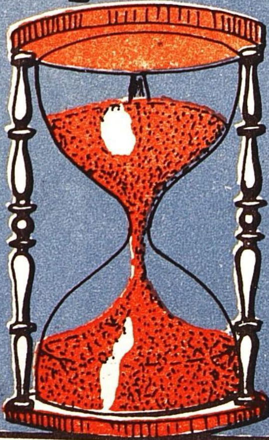
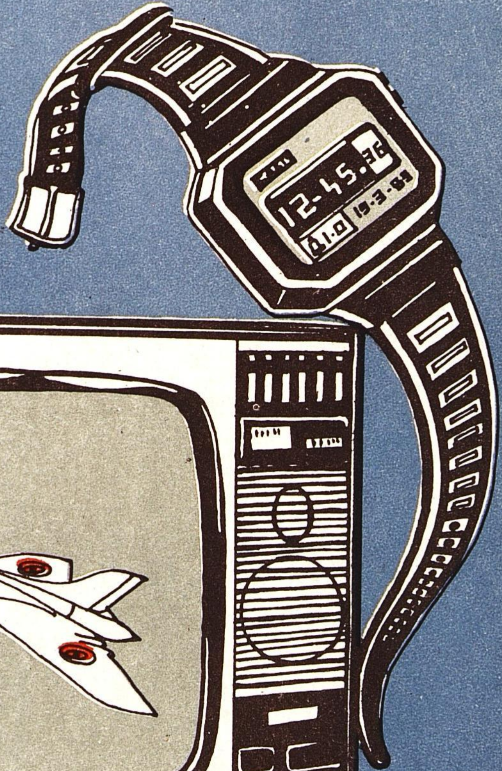
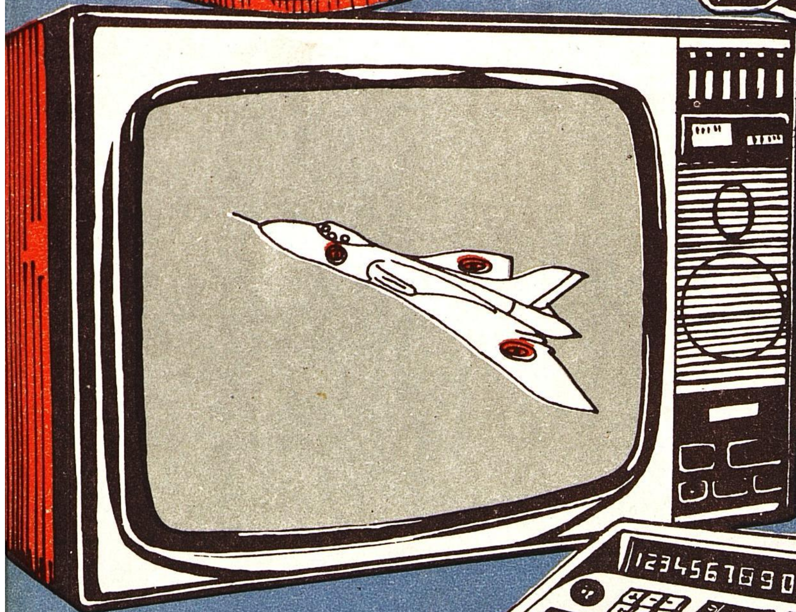
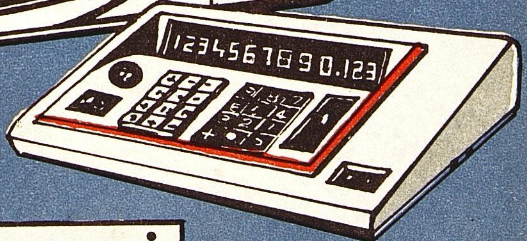
# அறிவியல் 8










தமிழ்நாட்டுப்
பாட நூல் நிறுவனம்

# அறிவியல்

எட்டாம் வகுப்பு

மனிதத்தன்மையற்ற செயல்

தீண்டாமை ஒரு பாவச்செயல்

ஒரு பெருங்குற்றம்



தமிழ்நாட்டுப்
பாடநூல் நிறுவனம்
சென்னை

முதல் பதிப்பு—1983

**ஆசிரியர்கள்:**

இயற்பியல்: **திரு. D. S. பெரிய திருவடி**
முதல்வர்
சின்மயா வித்யாலயா
பாளையங்கோட்டை
திருநெல்வேலி மாவட்டம்.

வேதியியல்: **திரு. P. S. கிருஷ்ணசாமி**
உதவி தலைமை ஆசிரியர்
இராமகிருஷ்ணா மிஷன் உயர்நிலைப்பள்ளி
சென்னை.

உயிரியல்: **திரு. S. கோபாலகிருஷ்ணன்**
தாவரவியல் ஆசிரியர்
அரசினர் மேல்நிலைப்பள்ளி
மேற்கு மாம்பலம்
சென்னை.

**மதிப்புரையாளர்கள்:**

இயற்பியல்: **பேரா. அ. பன்னீர்செல்வம்**
அரசினர் கல்வியியல் கல்லூரி
சைதாப்பேட்டை
சென்னை.

வேதியியல்: **பேரா. ர. லட்சுமணன்**
சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்.

உயிரியல்: **பேரா. எஸ். சுந்தரம்**
அரசினர் கலைக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்.

**விலை: ரூ. 6–00**

இந்திய அரசு சலுகை விலையில் வழங்கிய 60 ஜி.எஸ்.எம். தாளில் இந்நூல் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

அச்சிட்டோர்:
சங்கர் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை-600 018.

# பொருளடக்கம்

## பகுதி I இயற்பியல்

### I. எந்திரவியல்



### II. பாய் பொருள்கள்



### III. வெப்பவியல்



### IV. ஒளியியல்



### V. ஒலியியல்



### VI. காந்தவியலும் மின்னியலும்



## பகுதி II வேதியியல்

## பகுதி III உயிரியல்

பகுதி I

# இயற்பியல்

## I. எந்திரவியல்

### 1. அளவியல்

**அளவைகள்**

இயற்பியல் என்பது அறிவியலின் ஒரு பகுதியாகும். இப்பகுதி நுட்ப அளவீடுகளைப் பற்றியது. இங்கு நாம் பல அளவைகளை நுட்பமாக அளவிட வேண்டியிருக்கிறது. ஒவ்வோர் அளவைக்கும் ஓர் அலகு தேவை. இயற்பியலில் காணப்படும் பல்வேறு அளவைகளுக்கும் அலகுகளைக் காண்பது முடியாத காரியம். எனவே, இயற்பியல் அளவைகள் **அடிநிலை அளவைகள்**, **வழிநிலை அளவைகள்** என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

**அடிநிலை அளவைகள்**

நீளம், நிறை, காலம் ஆகியவைகளின் அளவைகள் அடிநிலை அளவைகள் ஆகும்.

**வழிநிலை அளவைகள்**

பரப்பு, பருமன், அடர்த்தி, வேகம் போன்றவைகளின் அளவைகள் வழிநிலை அளவைகள். இவை எப்படி வழிநிலை அளவைகளாகின்றன எனப்பார்ப்போம்.

உதாரணமாக, பரப்பை நாம் நீளம் × நீளம், என்க் ு குறிப்பிடலாம். எனவே, பரப்பு என்பது நீளத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட வழிநிலை அளவையாகும். இதுபோலவேதான் மற்றவையும் மற்ற எல்லா அளவைகளையும் நாம் நீளம், நிறை, காலம் ஆகிய அளவைகளின் அடிப்படையில் குறிப்பிட முடியும். எனவே, இம்மூன்றையும் அடிநிலை அளவைகள்

| | வழிநிலை அளவை | காரணம் | அடிப்படை |
|---|---|---|---|
| 1. | பரப்பு | நீளம் × நீளம் | நீளம் |
| 2. | பருமன் | நீளம் × நீளம் × நீளம் | நீளம் |
| 3. | அடர்த்தி | நிறை/பருமன் | நிறை, நீளம் |
| 4. | வேகம் | நீளம்/காலம் | நீளம், காலம் |

என்கிறோம். மற்ற அளவைகள் யாவும் இம்மூன்று அடிநிலை அளவைகளின் வழிவந்தவையாகும். எனவே அவற்றை வழிநிலை அளவைகள் என்கிறோம்.

## அளவீட்டு முறைகள்

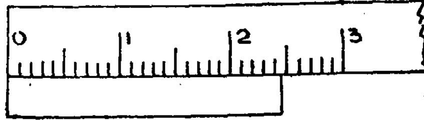
நீளத்தின் அலகை சென்டிமீட்டராகவும், நிறையின் அலகை கிராமாகவும், காலத்தின் அலகை செகண்டாகவும் கொண்ட C.G.S. முறையைப்பற்றி நீங்கள் ஏற்கெனவே அறிந்திருக்கின்றீர்கள். ஆனால், அன்றாட வாழ்வில் நீளத்தின் அலகு மீட்டராகவும், நிறையின் அலகு கிலோ கிராமாகவும், காலத்தின் அலகு செகண்டாகவும் உள்ளன. எனவே, அறிவியலார் தங்கள் அளவைகளில் இவற்றைக் கொண்ட மீட்டர்-கிலோ கிராம்-செகண்டு (M. K. S.) முறையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். C. G. S. முறையில் மிக நுட்பமான அளவைகளை கணக்கிடலாம்.

அளவீட்டு முறைகள்

| | அடிநிலை அளவைகள் | C.G.S. முறை | M.K.S. முறை |
|---|---|---|---|
| 1. | நீளம் | சென்டிமீட்டர் | மீட்டர் |
| 2. | நிறை | கிராம் | கிலோ கிராம் |
| 3. | காலம் | செகண்டு | செகண்டு |

## வெர்னியர்

நீங்கள் உபயோகிக்கும் மீட்டர் கோலைக் கவனியுங்கள். அதில் சென்டிமீட்டர்களும், அவற்றின் கீழ்மடங்கான மில்லிமீட்டர்களும் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தக் கோலின் உதவியால் 1 மி.மீ. அல்லது 1 செ.மீ. வரைதான் நம்மால் அளக்க முடியும். உதாரணமாகப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள பொருளின் நீளம் 2.4 செ.மீ-க்கும் 2.5 செ.மீ-க்கும் இடையில் உள்ளது. எனவே, மீட்டர் கோலால் பொருளின் நீளம் இவ்வளவு என்று மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டுக் கூற முடியாது. இதற்கு நாம் வேறு சாதனங்களின் உதவியை நாட வேண்டும். அவற்றுள் ஒன்றுதான் **வெர்னியர்** என்பதாகும். இது ஃபிரான்ஸ் நாட்டுக் கணிதமேதை **பால் வெர்னியர்** (Paul Vernier) என்பவரால் முதன் முதலில் உருவாக்கப்பட்டது. இது புழக்கத்திலிருக்கும் மீட்டர் கோலுடன் சேர்ந்து செயல்படக்கூடிய ஒரு துணைக் கோலாகும். இதில் மீட்டர்



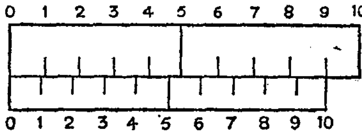

படம் 1-1.
வெர்னியர்

கோலை மூலக்கோல் என்றும், வெர்னியரை துணைக் கோல் என்றும் கூறுகிறோம். இதன் உதவியால் ஒரு பொருளின் நீளத்தை மூலக்கோல் பிரிவின் ஒரு சிறு பகுதிவரைத் துல்லியமாக அளவிட முடியும்.

**.01 செ. மீ. வரை அளவெடுக்கும் வெர்னியர் கோலை உருவாக்குதல்:** மூலக் கோலைக் கவனியுங்கள். அதில் 1 செ.மீ. 10 சமபாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு சிறு அட்டைத்துண்டை எடுத்துக் கொள். இந்த மூலக் கோலினால், 9 செ.மீ. நீளமுள்ள நேர்கோடு வரைந்துகொள். இதை 10 சமபாகங்களாகப் பிரித்துக் கொள். இவற்றை இடப்புறமிருந்து வலப்புறமாக 1, 2, 3 என 10 வரை குறி. இப்போது நமக்குத் தேவையான வெர்னியர் அளவு கோல் தயாராகிவிட்டது.

**மீச்சிற்றளவை**

ஒரு வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவை என்பது அதனால் அளவிடக் கூடிய மிகச் சிறிய நீளமாகும். இதன் மதிப்பு ஒரு மூலக் கோலின் பிரிவிற்கும் ஒரு வெர்னியர் கோலின் பிரிவிற்கும் உள்ள வித்தியாசமாகும். இப்போது நாம் தயாரித்திருக்கும் வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவைக் கணக்கிடுவோம்.




படம் 1-2.
.01 செ.மீ வரை அளக்கும் வெர்னியர் கோலை உருவாக்குதல்

ஒரு மூலக் கோல் பிரிவின் நீளம் } = .1 செமீ.

வெர்னியர் கோலின் நீளம் (9 மூலக் கோல் பிரிவுகள்) } = .9 செ.மீ.

வெர்னியரிலுள்ள பிரிவுகள் = 10

$\therefore$ ஒரு வெர்னியர் பிரிவின் நீளம் $= \frac{.9}{10} = .09$ செ.மீ.

$\therefore$ வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவை $\}$ = ஒரு மூலக் கோல் பிரிவின் நீளம்— ஒரு வெர்னியர் பிரிவின் நீளம்

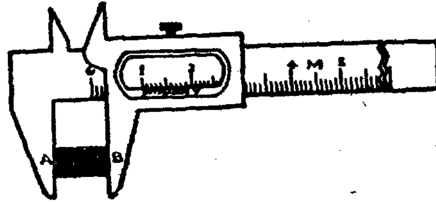
= .1 செ.மீ.— .09 செ.மீ.

= .01 செ.மீ.

எனவே, நாம் தயாரித்துள்ள வெர்னியரின் உதவியால் ஒரு பொருளின் நீளத்தை .01 செ.மீ. வரை துல்லியமாக கணக்கிட முடியும்.

## வெர்னியர் காலிப்பர் (Vernier Calipers)

இது வெர்னியரின் அடிப்படையில் அமைந்த ஒரு கருவி என்று இதன் பெயரிலிருந்தே நாம் தெரிந்துகொள்ளலாம். சிறுகோளங்களின் குறுக்களவு, உருளை போன்றவற்றின் நீளம், குறுக்களவு ஆகியவற்றை நுட்பமாக அளக்க இது பயன்படுகிறது.




படம் 1-3.
வெர்னியர் காலிப்பர்
A, B - உலோகக் கரங்கள்
M - உலோகச் சட்டம்

இதன் அமைப்பைப் பார்ப்போம். சென்டிமீட்டர், மில்லி மீட்டர் அளவுகள் கொண்ட ஓர் உலோகச்சட்டம் (M) இருக்கிறது. இதுவே மூலக் கோல் ஆகும். இதன் இடது முனையில் A என்ற உலோகக் கரம் இருக்கிறது. இது உலோகச்சட்டத்திற்கு நேர்கோணத்தில் அமைந்துள்ளது. உலோகச்

சட்டத்தின் மீது நகரும்படி B என்ற மற்றோர் உலோகக் கரம் உள்ளது. இதை உலோகச்சட்டத்தின் மீது வேண்டிய இடத்தில் பொருத்த ஒரு திருகு C உள்ளது. வெர்னியர் கோல், நகரும் கரத்தின் மேல் அமைந்துள்ளது. மூலக் கோலின் ஒரு பிரிவு 1 செ.மீ. ஆகும். வெர்னியர் கோலில், 9 மூலக் கோலின் பிரிவுகள் 10 சமபாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, ஒரு வெர்னியர் கோல் பிரிவு .09 செ.மீ. இவற்றிலிருந்து இந்த வெர்னியர் காலிப்பரின் மீச்சிற்றளவு .01 செ.மீ. என அறியலாம். A, B ஆகிய இரு கரங்களும் சமதளப் பக்கங்களில் அமைந்துள்ளன. இவை இரண்டும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் நிலையில் மூலக் கோலின் சுழியும் வெர்னியர் கோலின் சுழியும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கும்.

**வெர்னியர் காலிப்பரின் உதவியால் ஓர் உருளையின் நீளத்தை அளத்தல்:** முதலில் கூறியதுபோல் வெர்னியர் காலிப்பரின் மீச்சிற்றளவைக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். நீளம் அளக்கப்பட வேண்டிய உருளையைக் காலிப்பரின் இரு கரங்களுக்கிடையே நீளவாக்கில் வைத்து மென்மையாகப் பற்றும்படி செய்ய வேண்டும். இனி வெர்னியர் கோலின் சுழி இருக்கும் அளவையும் வெர்னியர் கோலின் எப்பிரிவு மூலக் கோலின் எந்தப் பிரிவுடன் நேர்கோட்டில் இருக்கிறது என்பதையும் காண வேண்டும். இவற்றில் இருந்து உருளையின் நீளம் = மூலக் கோல் அளவு + (வெர்னியர் சேரும் அளவு × மீச்சிற்றளவை). உருளையின் இடங்களை மாற்றி அமைத்துச் சோதனையை திரும்பச் செய்ய வேண்டும். அளவீடுகளைக் கீழே கண்டபடி அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும்.

வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவு =

| வ. எண் | மூலக் கோல் அளவு | சேரும் வெர்னியர் கோல் அளவு | நீளம் = மூலக் கோல் அளவு + (சேரும் வெர்னியர் அளவு × மீச்சிற்றளவை) |
|---|---|---|---|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |

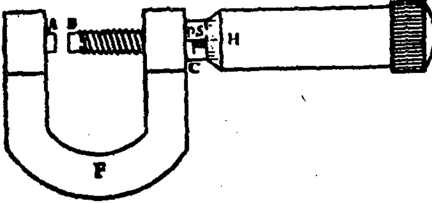
நீளங்களின் சராசரி அளவே உருளையின் நீளமாகும்.

## திருகு அளவி (Screw Gauge)

இது திருகின் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் வேலை செய்யும் ஒரு கருவி. இதன் உதவியால் மெல்லியக் கம்பி, சிறிய ஈயக்குண்டு போன்றவற்றின் குறுக்களவையும், மெல்லியக் கண்ணாடித் தகட்டின் தடிமனையும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

**திருகின் தத்துவம்:** ஒரு திருகாணியைச் சுற்றும் போது கவனி. அது ஒரு சுற்றுச்சுற்றினால் அதன் முனை எவ்வளவு தூரம் செல்கிறது என்று பார். இது எப்போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரமாக இருக்கும். இதைத் **திருகின் புரியிடைத்தூரம்** என்பர். இது அடுத்தடுத்துள்ள இரு புரிகளுக்கிடையே உள்ள தூரமாகும். திருகு அளவியின் படத்தைக் கவனி. இதில் 'ப' வடிவமான சட்டம் (F) ஒன்று உள்ளது. அதன் ஒரு முனையில் உட்புற மரையுடன் உள்ளீடற்ற ஒரு குழாய் (C) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக்

குழாய்க்குள் முன்னும் பின்னும் நகரக்கூடிய திருகு ஒன்று (B) அமைந்துள்ளது. திருகின் முனை தட்டையாக அச்சிற்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ளது. இதற்கு நேர் எதிரில் சட்டத்தின் மறு முனையில் தட்டையான உலோகக் குமிழ் ஒன்று (A) உள்ளது. திருகின் தலைப் புறத்தில் ஒரு கவச மூடி (H) இணைக்கப் பட்டுள்ளது. அதைச் சுற்றிலும் 50 அல்லது 100 சமமான பிரிவுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இதனைத் **தலைக் கோல்** என்பர். இத்தலைக் கோலைச் சுற்றினால் B முனை முன்னும் பின்னும் நகரும். உள்ளீடற்ற குழாயின் மீது மில்லிமீட்டர் அளவுகள் திருகின் அச்சிற்கு இணையாக அமைந்துள்ளன. இதனை **மரைக் கோல்** என்பர். தலைக் கோலை ஒரு முழுச் சுற்று சுற்றினால் அது மரைக் கோலில் ஒரு பிரிவு நகருவதைக் கவனி. A, B ஆகிய இரு முனைகளும் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்தால் தலைக் கோலின் சுழியும் மரைக் கோலின் சுழியும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கும்.




படம் 1-4.
திருகு அளவி
*A* - தட்டையான உலோகக் குமிழ்
*B* - நகரும் திருகு
*F* - ப - வடிவச் சட்டம்
*H* - கவச மூடி
*C* - உட்புற மரை

**திருகு அளவியின் உதவியால் ஒரு கண்ணாடித் தகட்டின் தடிமனைக் கணக்கிடுதல்:** முதலில் திருகு அளவியின் மீச்சிற்றளவையைக் கணக்கிட வேண்டும். இதற்கு அதன் புரியிடைத் தூரத்தையும் தலைக் கோலின் மொத்தப் பிரிவுகளையும் காணவேண்டும்.

புரியிடைத் தூரத்தைக் காண, திருகு ஐந்து முறை முழுமையாகச் சுற்றப்பட வேண்டும். இப்பொழுது மரைக் கோலில் திருகு நகர்ந்த தூரத்தை 5ஆல் வகுத்துப் புரியிடைத் தூரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$\left.\begin{array}{c}\text{திருகு அளவியின்}\\ \text{மீச்சிற்றளவை}\end{array}\right\} = \frac{\text{புரியிடைத்தூரம்}}{\text{தலைக் கோலின் மொத்தப் பிரிவுகள்}}$$

அடுத்தப்படியாக, திருகைச்சுற்றி A, B-க்கு இடையே போதிய இடைவெளி ஏற்படுத்த வேண்டும். கொடுக்கப்பட்டுள்ள கண்ணாடித் தகட்டை அவற்றிற்கிடையே வைத்து திருகைச் சுற்றிக் கண்ணாடித் தகட்டை மென்மையாகப் பற்ற செய்ய வேண்டும். இப்போது மரைக் கோலில் தெரியும் முழுப்பிரிவின் அளவையும், தலைக் கோலின் எந்தப் பிரிவு மரைக் கோல் கிடைக்கோட்டுடன் சேருகிறது என்பதையும் காணவேண்டும்.

இவற்றிலிருந்து, கண்ணாடித் தகட்டின் தடிமன் = மரைக் கோல் அளவு + (தலைக் கோல் அளவு × மீச்சிற்றளவை)

தகட்டை வெவ்வேறு நிலைகளில் மாற்றி வைத்துப் பரிசோதனையைப் பலமுறை திரும்பச் செய்ய வேண்டும். அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும்.

திருகு அளவியின் மீச்சிற்றளவு =

| வ. எண். | மரைக் கோல் அளவு | தலைக் கோல் அளவு | தகட்டின் தடிமன் = மரைக் கோல் அளவு + (தலைக் கோல் அளவு × மீச்சிற்றளவை) |
|---|---|---|---|
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |

இதிலிருந்து தகட்டின் சராசரி தடிமனைக் கணக்கிட வேண்டும்.

## வினாக்கள்

1. அடிநிலை அளவைகள், வழிநிலை அளவைகள் என்பன யாவை? உதாரணம் தருக.
2. C.G.S. முறை, M.K.S. முறை ஆகியவற்றை விளக்குக.
3. வெர்னியர் என்றால் என்ன?
4. வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவை என்பது யாது?
5. 1 மி. மீட்டராகப் பிரிக்கப்பட்ட மூலக் கோலில் 24 பிரிவுகளை 25 பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஒரு வெர்னியர் தயாரிக்கப்படுகிறது. அதன் மீச்சிற்றளவை யாது?
6. வெர்னியர் காலிப்பரின் அமைப்பைப் படத்துடன் விவரி.

7. வெர்னியர் காலிப்பரின் உதவியால் உருளையின் குறுக்களவை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய்?

8. திருகு அளவியின் புரியிடைத்தூரம், மீச்சிற்றளவை ஆகியவற்றை விளக்குக.

9. திருகு அளவியின் அமைப்பைப் படத்துடன் விவரி?

10. திருகு அளவியின் உதவியால் சிறிய கம்பியின் தடிமனை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய்?

### செய்முறைப் பயிற்சி

1. வெர்னியர் காலிப்பரின் உதவியால் உருளையின் நீளம், குறுக்களவு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடி.

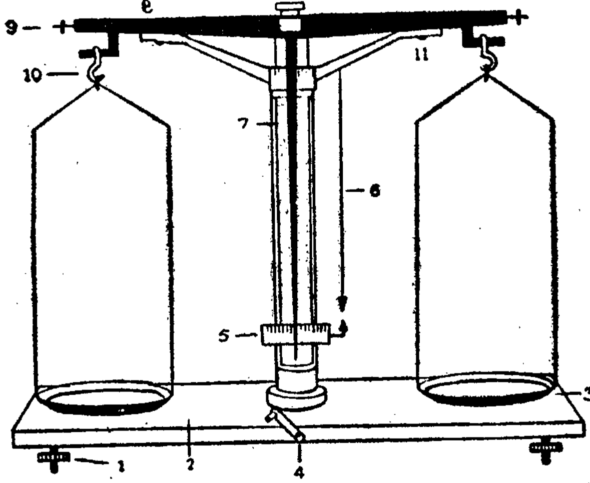
2. திருகு அளவியின் உதவியால் கம்பி, ஈயக் குண்டு ஆகியவற்றின் குறுக்களவைக் கண்டுபிடி.

## 2. இயற்பியல் தராசு

காய்கறி, மளிகைச் சாமான்கள் போன்ற பொருள்களின் நிறைகளைக் காண நாம் சாதாரணத் தராசை உபயோகிக்கிறோம். ஆராய்ச்சிகளில் பொருள்களின் நிறைகளைத் துல்லியமாகக் கண்டறிய இயற்பியல் தராசு பயன் படுத்தப்படுகிறது.

**அமைப்பு:** இதில் உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட தராசுக்கோல் (8) ஒன்று உள்ளது. அதன் மையத்தில் கீழ் நோக்கிய கத்திவிளிம்பு உள்ளது. அது செங்குத்தான ஒரு தூணின் மேல்

நிறுத்தபட்டுள்ளது. உலோகத் தூண் ஒரு மரப்பல கையின் நடுவில் (2) செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள் ளது. பலகையின் அடியில் கிடைமட்டத் திருகுகள்

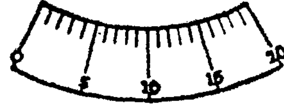



படம் 2-1.
இயற்பியல் தராசு

1. கிடைமட்டத் திருகுகள்
2. மரப் பலகை
3. தட்டுகள்
4. கைப்பிடி
5. தந்த அளவுகோல்
6. குண்டு நூல்
7. குறிமுள்
8. உலோகத் தராசுக்கோல்
9. திருகு மரைகள்
10. கொக்கிகள்
11. தாங்கிகள்

உள்ளன (1) இத்தூண் செங்குத்தாக வைக்கப் பட்டுள்ள உள்ளீடற்ற ஒரு தூணின் வழியாக மேலும் கீழும் அசையும்படி அமைந்துள்ளது. பலகையின் முன் உள்ள ஒரு கைப்பிடி (4) மூலம் தூணை மேலும் கீழும் நகர்த்தலாம். தூண் செங்குத்தாக உள்ளதா என்பதைக் கண்டறிய அதன் அருகே ஒரு

குண்டு நூல் (6) தொங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. தராசுக் கோலின் இரு முனைகளிலிருந்தும் சம தூரத்தில் மேல் நோக்கிய இரு கத்தி விளிம்புகள் உள்ளன. அவற்றிலுள்ள இரு கொக்கிகளிலும் (10) சம எடையுள்ள இரு தராசுத் தட்டுகள் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. தராசுக் கோலின் முனைகளில் இரு திருகுகள் (9) உள்ளன. தராசுக் கோலின் மையத்தில் நேர் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி ஒரு குறிமுள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. குறிமுள்ளின் (7) கீழ்முனை, தூணின் அடிப்பாகத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு தந்த அளவு கோலின் மீது அங்கும் இங்கும் ஊசலாடுகிறது. இந்த அளவு கோலில் எண்கள் சில சமயங்களில் குறிப்பிடப்படாமல் இருக்கலாம். அப்படியாயின் படத்தில் காட்டியிருப்பது போன்ற எண்கள் உள்ளதாகக் கொள்ள வேண்டும். தராசு, வேலை செய்யாத போது அதனைத் தாங்கிக் கொள்ள இரு தாங்கிகள் (11) உள்ளன. இதற்கு அமைதி நிலை என்று பெயர்.



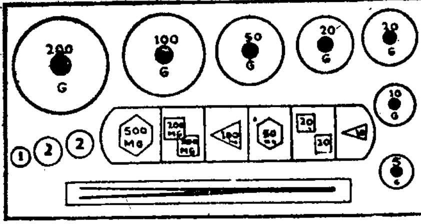

படம் 2-2.
தந்த அளவுகோல்

கைப்பிடியைத் திருப்பி, கோலை மேலே தூக்குவதால் தராசு செயல்படு நிலையைப் பெறுகிறது. தூசுகள் படியாவண்ணமும். காற்றினால் முள் அலைவதைத் தடுக்கவும், தராசு ஒரு கண்ணாடிப் பெட்டிக்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். தேவைப்படும் போது பெட்டியின் முன்புறமுள்ள கதவுகளைத் திறந்து, தராசின் உதவியால் பொருள்களின் நிறையைக் காணலாம்.

**எடைப் பெட்டி**

இயற்பியல் தராசு ஒவ்வொன்றுடனும் ஒரு எடைப் பெட்டியும் இருக்கும். இதில் உள்ள பள்ளங்

களில் 200 கிராம் முதல் 10 மில்லி கிராம் வரை எடைகள் அதனதன் இடங்களில் வரிசைக்கிரமமாக வைக்கப் பட்டிருக்கும். கிராம் எடைகள் நிக்கல் முலாம் பூசப்பட்ட பித்தளையாலும், மில்லி கிராம் எடைகள் அலுமினியத்தாலும் ஆனவை. எடைகளைக் கையாள, ஓர் இடுக்கி உள்ளது. மில்லிகிராம் எடைகளின் மேல் தூசிபடியாமலிருக்க ஒரு கண்ணாடியினால் மூடப்பட்டிருக்கும். ஒரு தராசு எடைப் பெட்டியில் எடைகள் பின் வருமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன.




படம் 2-3.
எடைப் பெட்டி

**கிராம்:** *200, 100, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1.*

**மில்லி கிராம்:** *500, 200, 200, 100, 50, 20, 20, 10.*

## இயற்பியல் தராசைச் செயல்படு நிலைக்குக் கொணர்தல்

(1) மரப்பலகையிலுள்ள திருகுகளின் உதவியினால் தூணைச் செங்குத்தாகச் செய்ய வேண்டும். இதற்குக் குண்டு நூல் உதவும். குண்டின் கீழ் நுனியும் அதன் கீழேயுள்ள குறியின் மேல் நுனியும் ஒரே நேர் கோட்டில் அமையவேண்டும்.

(2) தட்டுகளின் மீது படிந்திருக்கும் தூசுகளை அகற்றவேண்டும்.

(3) கைப்பிடியின் உதவியால் தராசின் குறிமுள் அளவுகோலின் மீது இரு பக்கமும் ஏறக்

குறைய சமமாக அசைகிறதா என்று பார்க்க வேண்டும். அவ்வாறு இல்லாவிடில் தராசுகோலின் இரு முனைகளிலுமுள்ள திருகுகளைத் திருகி, குறி முள் இருபக்கமும் சமமாக அசையும்படி செய்ய வேண்டும்.

**இயற்பியல் தராசின் நிலைத்தானம்:** சீராக்கப் பட்ட தராசு ஒன்றின் குறிமுள், அளவுகோலின் முன்பாக அங்குமிங்கும் அசைந்து, கடைசியில் ஓர் இடத்தில் நிலைபெறும். இந்த அளவிற்குத் தான், தராசின் நிலைத்தானம் எனப்பெயர்.

**தராசின் சுழி நிலைத்தானம்:** தராசுத் தட்டுகள் இரண்டும் காலியாக இருக்கும் போது காணப் படும் நிலைத்தானத்திற்கு அதன் **சுழி நிலைத்தானம்** என்று பெயர்.

**தராசின் திரும்பு தானம்:** குறிமுள் அளவு கோலின் மீது நகர்ந்து ஒவ்வொரு பக்கமும் சிறிது தூரம் சென்று திரும்புவதைப் பாருங்கள். இப்படித் திரும்பும் அளவுகளே தராசின் **திரும்பு தானங்கள்** எனப்படும். இவை இடது திரும்பு தானம், வலது திரும்பு தானம் என்று இரு வகைப்படும்.

**திரும்பு தானங்களைக் கொண்டு நிலைத்தானம் காணல்:** குறிமுள் ஓரிடத்தில் நிலைபெற நெடு நேரம் ஆகுமாதலால், மூன்று அடுத்தடுத்த நிலைத் தானங்களைக் கண்டு, அவற்றின் மூலம் நிலைத்தானத் தைக் கணக்கிடலாம். தராசைச் சீரமைத்தபின் கைப்பிடியைச் சுற்றி, தராசை செயல்படுத்த வேண் டும். குறிமுள் சீராக அசைய ஆரம்பித்ததும், இடது பக்கம் தொடங்கி அடுத்தடுத்து மூன்று திரும்பு தானங்களைக் கணக்கிட வேண்டும். அவற்றைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும்.

| திரும்பு தானங்கள் | |
|---|---|
| இடது | வலது |
| 7 | 13 |
| 8 | |
| 2 \| 15 | |
| 7.5 | 13 |

இடது பக்கச் சராசரி - 7.5

வலது பக்கச் சராசரி - 13.0

$$\therefore \text{மொத்த சராசரி} = \frac{20.5}{2} = 10.25$$

இதுவே தராசின் சுழிநிலைத் தானம் எனப்படும்.

## ஒரு பொருளின் நிறையைச் சென்டிகிராம் திருத்தமாகக் கணக்கிடல்

தராசைச் சீரமைத்துக் கொள்ளவேண்டும். அதன் சுழிநிலைத் தானத்தை, முதலில் கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். பொருளை இடது தட்டில் வைத்து, அதன் நிறையைவிட அதிகமான ஒரு நிறையை வலது தட்டில் வைக்க வேண்டும். எடைகளை இறங்கு முகமாக மாற்றிக் குறிமுள் அளவு கோலின் இரு பக்கமும் சமமாக அசைந்தாடும்படி செய்ய வேண்டும். இப்போதுள்ள நிலைத் தானத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். பின்பு வலது தட்டிலுள்ள எடையைக் கணக்கிட வேண்டும். இப்போது, சுழிநிலைத் தானமும் எடையுடன் கூடிய நிலைத் தானமும் சமமாக இருந்தால் அதுவே பொருளின் எடை.

மாறாக எடையுடன் கூடிய நிலைத் தானம் சுழி நிலைத் தானத்தைவிட அதிகமாக இருந்தால், மேலும் 10 மில்லிகிராம் சேர்த்து மீண்டும் நிலைத்தானம்

அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும்.

| நிறை (1) | | திருப்புதானம் (2) | | நிலைத்தானம் (3) | சுழிநிலைத்தானத்திற்கு அண்மையிலுள்ள நிலைத்தானம் (4) | பொருளின் எடை (சென்டி கிராம் திருத்தமாக) (5) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| இ. தட்டு | வ. தட்டு | இடது | வலது | | | |
| 0 | 0 | 7<br>8<br>15<br>— = 7.5.<br>2 | 13 | 10.25<br>= 10.3 | | |
| பொருள் | 10.720 கிராம் | 6<br>7<br>13<br>— = 6.5<br>2 | 15 | 10.75<br>= 10.8 | 10.8 | 10.720 கிராம் |
| பொருள் | 10.730 கிராம் | 5<br>6<br>11<br>— = 5.5<br>2 | 13 | 9.25<br>= 9.3 | | |

காணவேண்டும். பொருளுடன் கூடிய நிலைத்தானம் சுழிநிலைத் தானத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தால், 10 மில்லிகிராம் எடையை எடுத்து விட்டு மீண்டும் நிலைத் தானம் காணவேண்டும். இவ்விரு நிலைத்தானங்களும் சுழிநிலைத் தானத்தைவிட அதிகமாகவும், குறைவாகவும் முறையே அமைய வேண்டும். இவற்றில் சுழி நிலைத் தானத்திற்கு அருகிலுள்ள நிலைத்தானத்திற்குரிய நிறையே பொருளின் சென்டி கிராமுக்குத் திருத்தமான நிறையாகும்.

முன் பக்கத்தில் உள்ள அட்டவணையைப் பார்.

**எடைகாணும் போது கவனிக்க வேண்டிய சில விதி முறைகள்**

1. பொருளை இடது தட்டிலும் எடையை வலது தட்டிலும் வைக்கவேண்டும்.

2. தராசு ஆடிக்கொண்டிருக்கும் பொழுது எடைகளைப் போடவோ, எடுக்கவோ கூடாது. ஆடாத நிலைக்குக் கொண்டு வந்த பிறகு எடையைப் போடவோ, எடுக்கவோ வேண்டும்.

3. எடையை அதற்குரிய இடுக்கியால் மட்டுமே எடுக்க வேண்டும். கையால் எடுக்கக் கூடாது.

4. சூடான அல்லது குளிர்ந்த பொருள்களை எடை போடக்கூடாது.

5. எடைகளை எடைப் பெட்டியில் அதனதன் இடங்களில் தான் வைக்கவேண்டும்.

6. எடை எடுக்கும்போது கண்ணாடிப் பெட்டியின் கதவுகளை மூடிவிட வேண்டும்.

**வினாக்கள்**

1. இயற்பியல் தராசின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறி.
2. எடைப் பெட்டியிலுள்ள எடைகளை வரிசைக் கிரமமாக எழுதுக.
3. தராசைச் சீரமைக்கப் பயன்படும் பகுதிகளையும், அவற்றால் சீரமைக்கப்படும் விதத்தையும் எழுதுக.
4. தராசின் நிலைத்தானம், திரும்பு தானம், சுழி நிலைத்தானம் என்பன யாவை?
5. ஒரு பொருளின் நிறையைச் சென்டிகிராம் திருத்தமாகக் காண்பது எப்படி?
6. ஒரு தாரசின் தட்டுகளில் பொருளில்லாத போது திரும்பு தானங்கள் 7, 13, 8. வலது தட்டில், 15.750 கிராமுடன் நிலைத்தானங்கள் 6, 16, 7. வலது தட்டில் 15.760 கிராமுடன் நிலைத்தானங்கள் 7,12,8. பொருளின் எடையைச் சென்டி கிராம் திருத்தமாகக் கணக்கிடு.
7. தராசில் எடை காணும் போது கவனிக்க வேண்டிய விதிகள் 5 யாவை?

## 3. வாயுக்களின் அடர்த்தி

பொருள்கள் யாவும் திண்ம, நீர்ம, வாயு நிலையில் உள்ளன என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இப் பொருள்கள் யாவும் வெவ்வேறு அடர்த்தியை உடையவை. அடர்த்தி என்பது ஓர் அலகு பருமனுள்ள பொருளின் நிறையாகும். திண்ம, நீர்மப்

பொருள்களின் அடர்த்தியைக் காணும் முறைகளைக் கீழ் வகுப்பில் பார்த்தோம். வாயுக்களின் அடர்த்திகளை **அறிவியல் அறிஞர்கள்** மிகத் துல்லியமாகக் கண்டறிந்திருக்கிறார்கள். சில முக்கிய வாயுக்களும் அவற்றின் அடர்த்திகளும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

| | வாயு | அடர்த்தி |
|---|---|---|
| 1. | காற்று | 0.001293 கிராம்/க.செ.மீ |
| 2. | ஆக்ஸிஜன் | 0.001429 ,, ,, |
| 3. | நைட்ரஜன் | 0.0012572 ,, ,, |
| 4. | ஹைட்ரஜன் | 0.0000899 ,, ,, |
| 5. | கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு | 0.001977 ,, ,, |
| 6. | ஹீலியம் | 0.0001786 ,, ,, |
| 7. | ஆர்கான் | 0.001784 ,, ,, |

**புதிய வாயுக்களின் கண்டுபிடிப்பு**

வாயுக்களின் அடர்த்தி பற்றிய அறிவு, புதிய வாயுக்களைக் கண்டுபிடிப்பதில் உதவியுள்ளது. உதாரணமாக, **இராம்சே** என்ற அறிவியல் அறிஞர் **இராலே** என்பவரின் துணையுடன் நைட்ரஜன் வாயுவின் அடர்த்தியை ஆராய்ந்தார். வேதியியல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட நைட்ரஜனின் அடர்த்தி, 0.0012505 கிராம்/க.செ. எனக் கண்டனர். ஆனால் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனின் அடர்த்தி .0012572 கிராம் / க.செ.மீ என்பதையும் கண்டறிந்தனர். பலதடவைகள் சோதனை செய்தும் இவ்வேறுபாடு இருப்பதைக் கண்டனர். காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனின் அடர்த்தி, வேதியியல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட

நைட்ரஜனின் அடர்த்தியை விட அதிகமிருப்பதைக் கண்டனர். எனவே காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனில் வேறு சில வாயுக்கள் இருக்கக் கூடும் என ஊகித்தனர். ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள காற்றைச் சுத்தம் செய்து அதிலுள்ள நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் வாயுக் களை நீக்கினர். மீண்டும் பலசோதனைகள் செய்து மீதமுள்ள வாயுவில் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படாத வாயுக்கள் இருப்பதை உணர்ந்தனர். இவை **ஆர்கான், நியான், ஹீலியம்** ஆகிய மூன்று வாயுக்கள் என்பதைக் கண்டறிந்தனர். எனவே வாயுக்களின் அடர்த்தி யைப்பற்றிய அறிவு இராம்சேயை புதிய வாயுக்கள் கண்டுபிடிக்க உதவி செய்தது.

### வினாக்கள்

1. வாயுக்களின் அடர்த்தி பற்றிய அறிவு அறி வியல் அறிஞர்களுக்கு எவ்வாறு உதவியது?
2. இராம்சே கண்டுபிடித்த வாயுக்கள் எவை?
3. இராம்சே புதிய வாயுக்களைக் கண்டு பிடித்த வரலாற்றை விவரி.

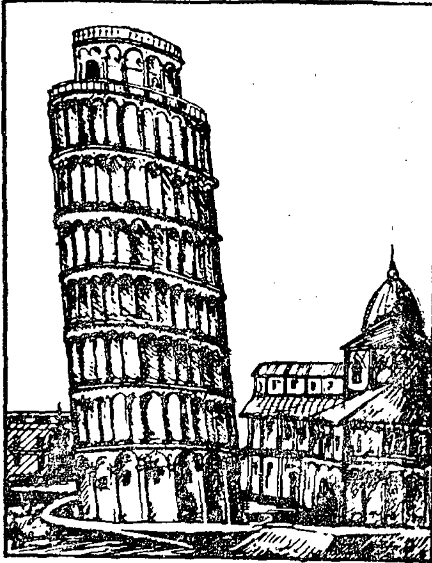
## 4. புவி ஈர்ப்பு முடுக்கம்

நில மட்டத்திற்கு மேலே தாங்கப்படாத நிலை யிலுள்ள பொருள்கள் யாவும், கீழ் நோக்கி பூமியில் விழுந்து விடுவதை நாம் காண்கிறோம். அவ்வாறு விழும் பொருள்கள், ஒரு முடுக்கத்திற்கு உள்ளாகின்றன. இம்முடுக்கம் புவியின் ஈர்ப்பு விசையால் உண்டாகிறது. எனவே இதனைப் **புவி ஈர்ப்பு முடுக்கம்** என்று கூறு கிறோம். அப்பொருள்களை பூமி தன் மையத்தை நோக்கி ஈர்க்கிறது. இதனை ‘g’ என்னும் குறியீட்

டால் குறிப்பது வழக்கம். C.G.S. முறையில் இதன் மதிப்பு 980 செ.மீ./வினாடி$^2$ ஆகும். M.K.S. முறையில் இதன் மதிப்பு 9.8 மீ./வினாடி$^2$ ஆகும். இதன் மதிப்பு இடத்தைப் பொருத்து மாறுபடும். நில நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் 'g'-ன் மதிப்பு குறைவாகவும், துருவங்களில் அதிகமாகவும் இருக்கும்; 'g'-ன் மதிப்பு பொருள்களைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை. 'g'-ன் மதிப்பு ஓர் இடத்தில் உள்ள எல்லாப் பொருள்களுக்கும் ஒரே அளவாக இருக்கும்.

## பூமியை நோக்கி விழும் பொருள்களின் திசைவேகம்

அறிவியல் அறிஞரும், தத்துவமேதையுமான **அரிஸ்டாட்டில்** என்பவர் பொருள்கள் பூமியை நோக்கி விழும்போது கனமான பொருள்கள் வேகமாகவும், இலேசான பொருள்கள் மெதுவாகவும் விழும் என்று கூறியிருந்தார். நெடுங் காலத்துக்கு இக்கருத்தினை யாரும் சோதித்துப் பார்த்து இதன் உண்மையை அறிந்துகொள்ள முன்வரவில்லை. ஆனால் 1589 ஆம் ஆண்டில் **கலிலியோ** என்ற இத்தாலிய அறிவியல் மேதை இக் கருத்தைச்

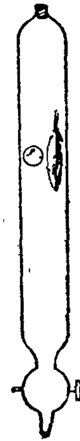


படம் 4-1.
பைசா நகரத்துச் சாய் கோபுரம்

சோதித்துப் பார்க்க முயன்றார். இவர் பைசா நகரத்துச் சாய்ந்த கோபுரத்தின் மீது ஏறி நின்று கொண்டு, கனமான பீரங்கி குண்டு ஒன்றையும், மிகச்சிறிய துப்பாக்கிக் குண்டு ஒன்றையும் ஒரே சமயத்தில் பூமியை நோக்கி விழச்செய்தார். அவ்விரு குண்டுகளும் ஒரே சமயத்தில் பூமியை வந்தடைந்தன. கலிலியோ இச்சோதனையை மக்கள் முன்னிலையில் மீண்டும் செய்து காட்டி, காற்றில்லா வெற்றிடத்தில் எல்லாப் பொருள்களின் விழும்வேகமும் சமமானதே என்ற தம் கருத்தைக் கூறினார். ஒன்று இலேசானதும், ஒன்று கனமானதுமான பொருள்களைக் கொண்டு சோதனையைச் செய்யும் போது காற்றினால் ஏற்படும் தடையே அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்தைப் பலகாலம் மக்கள் நம்பும்படி செய்து வந்ததென்பதையும் விளக்கினார்.

### நியூட்டனின் இறகு, நாணயச் சோதனை

கலிலியோவின் காலத்தில் காற்றில்லா வெற்றிடம் உண்டாக்கும் வசதியில்லை. எனவே அவருக்குப்பின் வந்த **ஐசக் நியூட்டன்** என்பவர் ஒரு சோதனை மூலம் இக்கருத்தை நிரூபித்தார். படத்தில் காட்டியது போல் 1 மீட்டர் நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றை வைத்துக்கொண்டு அதனுள் ஒரு கினி நாணயத்தையும், ஓர் இறகையும் போட்டார். பிறகு காற்று வெளியேற்றும் பம்பின் உதவியால் குழாயிலுள்ள காற்று முழுவதையும் முடிந்த வரை வெளியேற்றினார். கீழே உள்ள திருகை மூடினார். பிறகு குழாயைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்த போது, கனமான நாணயமும்,



படம் 4-2. நியூட்டனின் இறகு நாணயச் சோதனை

இலேசான இறகும் ஒரே சமயத்தில் குழாயின் மறு முனையை அடைவதைக் காண்பித்தார். இப்போது திருகைத் திறந்து காற்றைக் குழாயினுள் புகவிட்டார். இக்குழாயைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தியதில், கனமான நாணயம் முன்னதாகவும், இலேசான இறகு தாமதமாகவும் மறுமுனையை அடைந்தன. இதற்குக் காரணம் காற்றினால் ஏற்படும் தடையே என அறிவித்தார்.

**நிறையும், எடையும்:** ஒரு பொருளின் நிறை *(Mass)* என்பது அதில் அடங்கியுள்ள பருமப்பொருளின் அளவாகும். ஆனால் அதன் எடை *(Weight)* என்பது அப்பொருளின் மீது செயல்படும் புவி ஈர்ப்பு விசையின் அளவாகும். ஒரு பொருளின் நிறை $(M)$ ஆகவும், அதன் எடை $(W)$ ஆகவும் இருந்தால்,

$$W = Mg$$

| வ.எ. | பொருளின் நிறை | பொருளின் எடை |
|---|---|---|
| 1. | அடங்கியுள்ள பருப் பொருளின் அளவு | அதன் மீது செயல்படும் புவி ஈர்ப்பு விசையின் அளவு |
| 2. | மாறாதது | இடத்திற்கிடம் மாறும். |
| 3. | இயற்பியல் தராசின் மூலம் காணலாம். | வில்தராசின் மூலம் காணலாம். |

பொருளின் எடை இடத்திற்கு இடம் மாறக் காரணம் அது புவி ஈர்ப்பு விசையைப் பொறுத்திருப்பதே. எனவே பொருளின் எடை நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் குறைவாகவும், துருவப் பகுதிகளில் அதிகமாகவும் இருக்கும். மேலும் ஒரு பொருளின் எடை

சந்திரனில் பூமியில் இருப்பதை விடக் குறைவாக இருக்கும். இதற்குக் காரணம் சந்திரனின் ஈர்ப்பு விசை, புவி ஈர்ப்பு விசையைவிட (ஆறில் ஒரு பங்கு) குறைவாக இருப்பதாகும். நிலப்பரப்பிலிருந்து மேலே செல்லச்செல்ல, பொருளின் எடை குறையும்.

ஒரு பொருளின் நிறையின் அடிநிலை C.G.S. முறையில் 1 கிராம் என்றும் M.K.S. முறையில் அது 1 கிலோ கிராம் என்றும் முன்னமேயே பார்த்தோம். 1 கிலோகிராம் நிறைக்கு அதிகமானதும், குறைவானதுமான அளவுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

| 1 கிலோ கிராமுக்கு அதிகமான அளவுகள் | 1 கிலோ கிராமுக்கு குறைவான அளவுகள் |
|---|---|
| 100 கிலோ கிராம் (1 குவின்டால்)<br>1000 கிலோ கிராம் (1 மெட்ரிக் டன்) | 1 கிராம் - $\frac{1}{1000}$ கிலோ கிராம்<br>1 டெசி கிராம் - $\frac{1}{10}$ கிராம்<br>1 சென்டி கிராம் - $\frac{1}{100}$ கிராம்<br>1 மில்லி கிராம் - $\frac{1}{1000}$ கிராம் |

## வினாக்கள்

1. புவி ஈர்ப்பு முடுக்கம் என்றால் என்ன? அதன் மதிப்பு யாது?
2. பூமியை நோக்கி விழும் பொருள்களின் திசை வேகத்தைப் பற்றிக் கலிலியோ செய்து காட்டிய சோதனையை விவரி.

3. நியூட்டனின் இறகு, நாணயச் சோதனையை விவரி.

4. ஒரு பொருளின் நிறை, எடை என்றால் என்ன? அவற்றிற்கிடையேயுள்ள வேற்றுமைகள் யாவை?

### செய்து பார்

1. ஒரு நாணயத்தின் மீது ஒரு காகிதத் துண்டை வைத்து மேலிருந்து நாணயத்தைக் கீழே விழச் செய்து இரண்டும் பூமியை எவ்வாறு அடைகின்றன என்பதைச் சோதனை செய்து பார்.

## 5. நியூட்டனின் இரண்டாவது, மூன்றாவது இயக்க விதிகள்

சென்ற வகுப்பில் நியூட்டனின் முதல் இயக்க விதியைப் பற்றி படித்திருக்கிறீர்கள் அல்லவா? **தன் மீது வெளிவிசை ஏதும் தாக்காதவரை, ஒவ்வொரு பொருளும் தனது அசையா நிலையிலோ அல்லது நேர்க்கோட்டில் சீராக ஓடும் நிலையிலோ, தொடர்ந்து இருக்கும்** என்பதே அதுவாகும். இப்போது நியூட்டனின் அடுத்த இரு இயக்க விதிகளைப் பார்ப்போம்.

**உந்தம்**

நியூட்டனின் இரண்டாவது விதிக்கு அடிப்படை உந்தம் என்பதாகும். ஓர் இயங்கும் பொருளின் உந்தம், அது மற்றோர் பொருளின்மீது மோதும்போது அந்த இரண்டாவது பொருளில் அசைவை உண்டாக்கும் திறமையைப் பொறுத்தது. இத்திறன் இயங்கும் முதல் பொருளின் நிறையையும், அதன்

திசை வேகத்தையும் பொறுத்ததாகும். உதாரண மாக, ஒரு குறிப்பிட்ட திசை வேகத்துடன் செல்லும் மிதிவண்டி மோதுவதால் ஏற்படும் பலனைவிட, அதே வேகத்துடன் செல்லும் மோட்டார் வண்டி மோதுவதால் உண்டாகும் பலன் அதிகமானதாக இருக்கும்.

இயங்கும் பொருளின் உந்தம் = அதன் நிறை × அதன் திசை வேகம். $(m)$ கிராம் நிறையும், $v$ செ.மீ./செகண்டு திசை வேகமும் உள்ள ஓர் இயங்கும் பொரு ளின் உந்தம் $(mv)$ ஆகும்.

**நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதி**

**ஒரு பொருளின் உந்த மாற்று வீதம், அதன் மீது செயற்படும் விசைக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைவதோடு, அவ்விசையின் திசையிலேயே ஏற்படுகிறது.** இது நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதியாகும்.

இவ்விதி விசையை அளவிட நமக்கு உதவுகிறது. $F$ என்பது விசையாகவும் $m$ என்பது நிறையாகவும் $a$ என்பது முடுக்கமாகவும் இருந்தால்,

$$F = ma$$

ஆகவே **ஒரு பொருளின் மீது செயற்படும் விசையின் அளவு அதன் நிறை, அதில் ஏற்படும் முடுக்கம் ஆகிய வற்றின் பெருக்கற் பலனுக்குச் சமமானதாகும்.**

**விசையின் அலகுகள்**

இவற்றைச் **சார்பிலா அலகு, புவிஈர்ப்பு விசை சார்ந்த அலகு** என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

**(i) விசையின் சார்பிலா அலகு:** C.G.S. முறையில் சார்பிலா அலகு **'டைன்'** எனப்படுவதாகும். **இது ஒரு கிராம் நிறையுள்ள பொருள் ஒன்றின் மீது**

செயற்பட்டு அதில் ஒரு செ. மீ / நொடி² முடுக்கத்தை ஏற்படுத்தும் விசையே ஒரு டைன் எனப்படும். *1 கிலோ கிராம் நிறையுள்ள பொருளின் மீது செயற்பட்டு அதில் 1 மீட்டர் / நொடி² முடுக்கத்தை ஏற்படுத்தும் விசை ஒரு* **நியூட்டன்** *விசையாகும்.* **இது** M.K.S. *முறையில் விசையின் சார்பிலா* **அலகு ஆகும்.**

**(ii) புவிஈர்ப்பு விசை சார்ந்த அலகு:** C.G.S. *முறையில் விசையின் புவிஈர்ப்பு விசைசார்ந்த அலகு* **கிராம்-எடை** *எனப்படும்.* **ஒரு கிராம் நிறையுள்ள பொருளின் மீது செயற்படும் புவிஈர்ப்பு விசையே ஒரு கிராம்-எடை ஆகும்.**

*எந்த ஓர் இடத்திலும் ஓர் அலகு நிறையுள்ள பொருள் 'g' அலகுகள் முடுக்கத்துடன் தானே விழுமாதலால்,*

*1 கிராம் எடை = g டைன்கள் ஆகும்.*

*'g'-ன் மதிப்பு இடத்திற்கிடம் மாறுபடுவதால் ஒரு கிராம்-எடையின் மதிப்பும் இடத்திற்கிடம் மாறுபடும். ஆனால் டைன், நியூட்டன் ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் மாறுவதில்லை.*

### நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதி

**ஒவ்வொரு விசைக்கும் அதற்குச் சமமான எதிர் விசை ஒன்று உண்டு. 'அல்லது' விசையும், எதிர் விசையும் ஒன்றுக்கொன்று சமம் என்பது நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதியாகும்.**

*உதாரணமாக மேசையின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு புத்தகத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். புத்தகம் அதன் எடைக்குச் சமமான விசையை மேசையின் மீது கீழ் நோக்கிச் செலுத்துகிறது. அதே போல் மேசை புத்தகத்தின் எடைக்குச் சமமான*

விசையை மேல்நோக்கிச் செலுத்துகிறது. எனவே தான் புத்தகம் மேசை மீது நிலையாக உள்ளது. புத்தகத்திற்குப் பதிலாக நாம் மேசையின் மீது ஒரு துப்பாக்கியை வைத்துச் சுடுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். துப்பாக்கி மேஜையைத் துளைத்துக் கொண்டு எதிர்பக்கம் சென்று விடுகிறது. இப்போது துப்பாக்கிக் குண்டு மேசையின் மீது செலுத்தும் விசை மேசையின் எதிர்விசையைவிட அதிகமாக இருப்பதால் குண்டு மேசையைத் துளைத்துக் கொண்டு சென்று விடுகிறது.

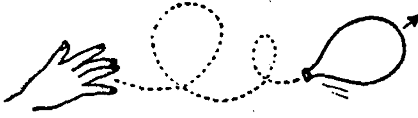
## துப்பாக்கியின் பின்னியக்கம் (Recoil of the Gun)

ஒரு துப்பாக்கியைச் சுடும் போது அதனின்றும் குண்டு மிகுந்த திசை வேகத்துடன் முன்னோக்கிச் செல்லுகிறது. அதே சமயம் அத்துப்பாக்கியும் குறைந்த திசை வேகத்தில் சற்று பின்னோக்கி இயங்குவதைக்காணலாம். இதனையே **துப்பாக்கியின் பின்னியக்கம்** என்பர். துப்பாக்கியிலுள்ள வெடி மருந்து குண்டின் மீது ஒரு விசையுடன் தாக்கி அதனை முன்னோக்கித் தள்ளுகிறது. அதே சமயம் குண்டும் துப்பாக்கியை அதே விசையுடன் பின்னோக்கித் தாக்குகிறது. துப்பாக்கியின் நிறை, குண்டின் நிறையைப் போலப் பல மடங்கு இருப்பதால் துப்பாக்கியின் பின்னியக்கத் திசைவேகம் குறைவாக உள்ளது. $M$ என்பது துப்பாக்கியின் நிறையாகவும் $V$ என்பது அதன் பின்னியக்கத் திசைவேகமாகவும், $m$ என்பது குண்டின் நிறையாகவும் $v$ என்பது குண்டின் திசைவேகமாகவும் இருந்தால் $MV = mv$ ஆகும்.

**ஜெட் விமானங்கள்:** தற்கால ஜெட் விமானங்களும் நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதியின் அடிப்படையில் தான் இயங்குகின்றன. இவை மணிக்கு 500 கிலோ மீட்டர் வேகத்திற்கும் மேல்

பறக்கின்றன. இத்தத்துவத்தைப் பின்வரும் சிறிய சோதனையால் விளக்கலாம்.

**சோதனை:** பலூன் ஒன்றைக் காற்றினால் நிறப்பு. அதன் வாயை விரல்களினால் அழுத்திப் பிடித்துக்கொள். திடீரென்று கை விரல்களைத் தளர்த்திப் பலூனை விட்டு விடு. பலூன் வேகமாக முன்னோக்கிப் பாய்வதைக் கவனி. பலூனில் அடைக்கப்பட்ட அழுத்தக் காற்று பின்னோக்கி வேகமாகச் செல்லும் போது பலூன் எதிர் விசையின் பயனால் முன்னோக்கிச் செல்கிறது.

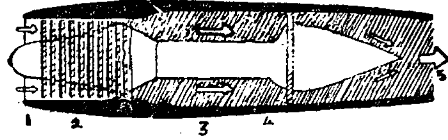


படம் 5-1.
பலூனின் எதிர் விசை

ஜெட்விமானத்தினுள் நீர்ம எரி பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் முன் புறத்திலுள்ள துளையின் வழியாகக் காற்று உள்ளே சென்று நீர்ம எரிபொருளுடன் கலக்கும். இக்கலவை நன்கு அழுத்தப்படும் போது தீப்பற்றி வெடிக்கும். இதனால் உண்டாகும் அதிக அளவிலான அழுத்த வாயுக்கள் ஜெட் விமானத்தின் பின் பக்கமாக வெளியேறிச் செல்லும். எதிர் விசையின் பயனாக விமானம் முன்னோக்கி வெகுவேகமாகச் செலுத்தப்படுகிறது. வாயுக்களின் தொடர்ச்சியான வெளியேற்றம் விமானத்தைத் தொடர்ச்சியாய்ப் பறக்கும்படி செய்கிறது.

இதே விதமாகத்தான் நாம் தீபாவளி சமயங்களில் உபயோகிக்கும் வாணங்களும் செயற்படுகின்றன. வாணத்தின் அடிப்பாகத்தில் வெடி மருந்து அடைக்கப்பட்டு, திரி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நாம்

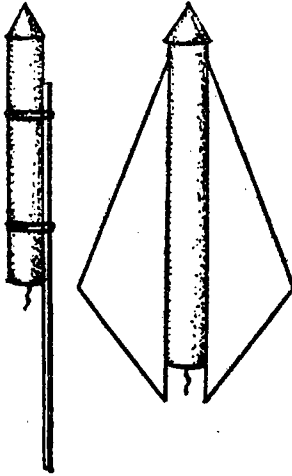
திரீயைப் பற்றவைக்கும்போது வெடிமருந்து எரிந்து அதிக அழுத்தமுள்ள வாயுக்களை வெகுவேகமாகப் பின்னோக்கி அனுப்புகிறது. அதே சமயத்தில் எதிர் விசையின் பயனாக வாணம் முன்னோக்கிச் செல்கிறது.




படம் 5-2.
ஜெட் விமானம்

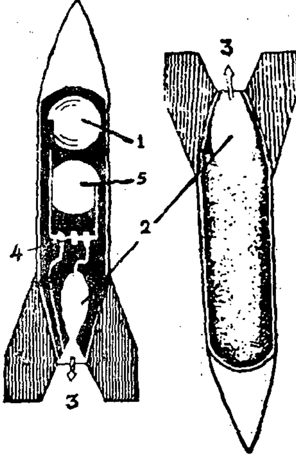
1. காற்று உட்புகுதல்
2. காற்று அழுத்தப்படுதல்
3. டர்பைன்
4. காற்று எரிபொருளுடன் எரிதல்
5. குறுகிய திறப்பு

**ராக்கெட்டுகள்:** ராக்கெட்டுகளின் உதவியால் விண்வெளியில் செயற்கைச் சந்திரன்கள் செலுத்தப்படுவதும் நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதிப்படி தான். படத்தில் செயற்கைச் சந்திரனைத் தூக்கிச் செல்லும் ராக்கெட்டின் அமைப்பைப் பார். நீர்ம எரிபொருள்களான பெட்ரோல், சாராயம், பென்ஸீன் போன்றவை ஒரு தொட்டியில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை மிகுந்த அழுத்தத்துடன் வெளியறைக்குள் செலுத்தப்படும். அங்கு நீர்ம ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து எரிந்து மிகுந்த அழுத்தத்தில் வாயுக்களை வெளியேற்றும். இவ்வாயுக்கள் ராக்கெட்டின் வால் பகுதியில் உள்ள திறப்பின் வழியாக மிகுந்த திசை வேகத்துடன்



படம் 5-3.
வாணம் மேலே செல்லுதல்

வெளியேறும். இதனால் ஏற்படும் எதிர் விசையின் பயனாக ராக்கெட் மிகுந்த திசை வேகத்துடன் விண் வெளியை நோக்கிச் செல்லும். திசைவேகம் வெகு




படம் 5-4.

ராக்கெட்டின் உள்ளமைப்பு

1. எரிபொருள் தொட்டி
2. எரியறை
3. ஒடுங்கிய திறப்பு
4. பம்புகள்
5. ஆக்ஸிஜன் தொட்டி

அதிகமாக இருப்பதால் அது புவி ஈர்ப்பு விசையையும் தாண்டிச் செயற்கைச் சந்திரனைத் தாங்கி விண்வெளி யில் சென்றுவிடுகிறது.

## வினாக்கள்

1. நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதியைக் கூறுக.
2. வரையறை கூறுக-டைன், நியூட்டன், கிராம்-எடை.
3. நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதியைக் கூறுக.
4. துப்பாக்கியின் பின்னியக்கம் என்பதை விளக்குக.
5. ஜெட் விமானம் எவ்வாறு நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதி அடிப்படையில் இயங்குகிறது எனக்காட்டு.

6. நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதியின் அடிப்படையில் இயங்கும் வேறு இரு பொருள்களைக் கூறுக.

7. ராக்கெட் பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.

### செய்துபார்

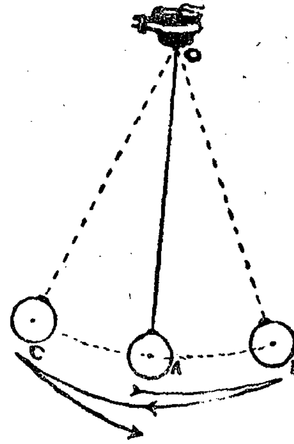
1. பலூன் ஒன்றின் உதவியால் ஜெட் விமானத்தின் அடிப்படையை அறியும் சோதனைச் செய்துபார்.

2. பல்வகையான ஜெட் விமானங்களின் படங்களைச் சேகரித்து ஒட்டிவை.

## 6. தனி ஊசல்

### தனி ஊசல் அமைப்பு

ஒரு மெல்லிய முறுக்கற்ற நீளுதல் தன்மை இல்லாத நூலில் ஓர் உலோகக் குண்டைக் கட்டு. நூலை, இரண்டாகப் பிளக்கப்பட்ட தக்கைத்துண்டின் மையம் வழியாகச் செலுத்தி மேல் பாகத்தைப் படத்தில் காட்டி இருப்பது போல் ஒரு பிடிப்பினால் இறுக்கிப் பிடித்திருக்கும்படி செய். இந்த அமைப்பே ஒரு **தனி ஊசல்** ஆகும். தக்கையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து தனி ஊசல் தொங்குவதால் அதனைத் **தொங்கு தானம் (O)** என்பர். உலோகக்குண்டின் புவிஈர்ப்பு மையத்தை அலை




படம் 6-1.
தனி ஊசலின் அமைப்பு

**வுத்தானம்** *(A)* என்பர். தொங்கு தானத்திற்கும், அலைவுத் தானத்திற்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை ஊசலின் நீளம் *(OA)* என்பர்

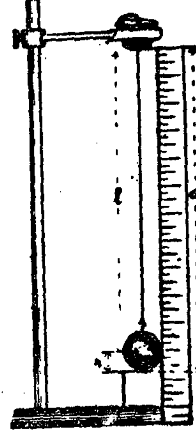
தனி ஊசல் அசையா நிலையிலிருக்கும்போது குண்டு நூல் செங்குத்தாக இருக்கும். இந்நிலைக்கு **நிலைத்தானம்** என்று பெயர். தனி ஊசலை ஒரு பக்கமாகச் சிறிது இழுத்து விட்டால் அது இரு பக்கமும் அசைந்தாடும். இதனை ஊசலின் **அலைவு** என்பர். தனி ஊசலின் ஓர் அலைவு என்பது நிலைத்தானத்தை அடுத்தடுத்து ஒரே திசையில் கடப்பதற்கு இடையேயுள்ள இயக்கமாகும். படத்தில் இது *A*-யிலிருந்து *B*-க்கும், *B*-யிலிருந்து *C*-க்கும், *C*-யிலிருந்து *A*-க்கும் உள்ள இயக்கமாகும். தனி ஊசலில் ஓர் அலைவு அசைந்து முடிப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தை **அலைவு நேரம்** *(T)* என்பர். தனி ஊசல் *A*-யிலிருந்து *B*-க்கு அசைந்தாடுவதை **வீச்சு** என்றும் *B*-யிலிருந்து *C*-க்கு அசைவதை **அதிர்வு** என்றும் கூறுவர்.

**தனி ஊசலின் நீளத்திற்கும் அலைவு நேரத்திற்குமுள்ள தொடர்பைக் காணல்**

முன்பு கூறியதுபோல் ஒரு தனி ஊசலை அமைத்துக்கொள். ஊசலின் நீளத்தைக்காண ஊசல் குண்டின் விட்டத்தை ஒரு வெர்னியர் காலிப்பரின் உதவியால் கண்டு அதன் ஆரத்தைக் கணக்கிட்டுக் கொள். ஓர் அளவுகோலின் உதவியால் தக்கையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து குண்டின் அடிப்பாகம் வரையிலான நீளத்தை அள. இந்த அளவிலிருந்து குண்டின் ஆரத்தைக் கழித்து விட்டால் நமக்கு ஊசலின் நீளம் *(L)* கிடைக்கிறது.

முதலில் ஊசலின் நீளம் சுமார் 60 செ.மீ. இருக்கும்படி செய்துகொள்.

ஊசலின் அலைவு நேரத்தைக்காண, தாங்கிக் கம்பிக்கு நேராக நின்று கொண்டு ஊசலை ஆட்டி விடு. நிறுத்து கடிகாரத்தை வைத்துக் கொண்டு, குண்டு வலப்பக்கம் கடக்கும் போது *0* என்று எண்ண ஆரம்பித்து நிறுத்து கடிகாரத்தையும் ஓடச்செய். இதேபோல 20 அலைவுகளுக்கு ஊசல் எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தைக் காண். இது 20 அலைவுகளுக்கான நேரமாகும். இதிலிருந்து ஓர் அலைவுக்கான நேரத்தை *(T)* கணக்கிடு.



படம் 6-2.
தனி ஊசலின்
நீளமும் அலைவும்

ஊசலின் நீளத்தை 60 செ.மீ. யிலிருந்து படிப்படியாக 10 செ.மீ. அதிகரித்து ஒவ்வொரு தடவையும் ஊசலின் நீளத்தையும் அதற்கேற்ற அலைவு நேரத்தையும் கணக்கிடு. அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து.

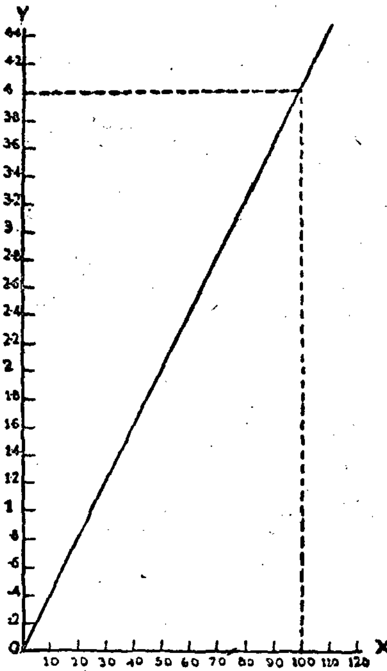
| சோதனை எண் | ஊசலின் நீளம் *(L)* | 20 அலைவுகளுக்கு நேரம் | அலைவு நேரம் *(T)* | $T^2$ | $\frac{L}{T^2}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |

அட்டவணையிலிருந்து நீளத்திற்கும் அலைவு நேரத்தின் இருமடிப் பெருக்கத்திற்குமுள்ள விகிதம் மாறிலி

யாக இருப்பதைக் காணலாம். இதிலிருந்து ஒரு **தனி ஊசலின் நீளம் அதன் அலைவு நேரத்தின் இரு மடிப் பெருக்கத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது** என அறிகிறோம்.

## தனி ஊசலின் நீளத்திற்கும், அலைவு நேரத்தின் இரு மடிப் பெருக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை வரை படம் மூலம் அறிதல்

மேலே கண்ட அட்டவணையிலுள்ள நீளத்தை *X* அச்சிலும் அலைவு நேரத்தின் இருமடிப்பெருக்கத்தை *Y* அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரை படம் வரை. இது ஒரு நேர்க்கோடாக அமைவதைக் காணலாம். இதனால் நீளமும் அலைவு நேரத்தின் இருமடி பெருக்கமும் நேர்விகிதத்தில் இருப்பதை அறியலாம். வரை படத்திலிருந்து எந்த ஓர் அலைவு நேரத்தைக் கொண்ட தனி ஊசலின் நீளத்தையும் கணக்கிடலாம். உதாரணமாக அலைவு நேரம் 2 செகண்டு உள்ள ஊசலின் நீளம் காண, வரைபடத்தில் 2-ன் இருமடிப் பெருக்கமான 4-ன் வழியாக *Y* அச்சிலிருந்து *X* அச்சுக்கு இணையான கோடுவரை. அது *L-T*² வரைபடத்தை




படம் 6-3.

நீளம்/நேரம்² வரைபடம்

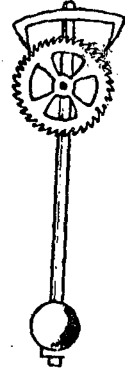
வெட்டுமிடத்திலிருந்து நேர் குத்தாக ஒரு கோடுவரை. அது $X$ அச்சை 100-ல் சந்திப்பதைப் பார். எனவே 2 செகண்டு அலைவு நேரமுள்ள ஊசலின் நீளம் 100 செ.மீ. என அறியலாம்.

**நொடி ஊசல்**

**அலைவு நேரம் 2 செகண்டுகள் உள்ள ஒரு தனி ஊசலை நொடி ஊசல்** என்கிறோம். எனவே நொடி ஊசலின் அதிர்வு நேரம் 1 செகண்டு ஆகும்.

**சுவர்க் கடிகாரம்**

வீடுகளிலுள்ள சுவர்க் கடிகாரங்களில் ஊசல் குண்டு ஒன்று ஆடிக்கொண்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். கடிகாரத்திற்குச் சாவி கொடுப்பதன்மூலம் ஊசல் குண்டு தொடர்ந்து ஆடிக்கொண்டிருக்கும்படி செய்கிறோம். கொடுக்கப்படும் சாவி உள்ளே உள்ள சுருள்வில்லை சுருக்கி வைக்கிறது. சுருள் வில் விரியத் தொடங்கும் போது அத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள பல பற்சக்கரங்கள் இயங்கி ஊசல் குண்டின் தண்டையும் அத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஊசல் குண்டையும் அங்குமிங்கும் அசையச் செய்கிறது. இதனால் கடிகாரம் ஓடி நாம் மணியை அறிய முடிகிறது. படத்தில், இறுதியாக உள்ள பல் சக்கரத்துடன் கடிகாரத்தின் நொடி முள் இணைக்கப்பட்டிருப்பது மட்டுமே, காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 6-4. சுவர்க் கடிகாரத்தில் உள்ள தனி ஊசல் குண்டு

## வினாக்கள்

1. தனி ஊசல் என்றால் என்ன?
2. தனி ஊசலின் நீளம், அலைவு, அலைவு நேரம் என்பனவற்றை வரையறு.

3. தனி ஊசலை அமைப்பது எப்படி?

4. தனி ஊசலின் நீளத்தை அளப்பது எப்படி?

5. தனி ஊசலின் அலைவு நேரத்தை எவ்வாறு அளப்பது?

6. தனி ஊசலின் நீளத்திற்கும், அலைவு நேரத்தின் இருமடிப் பெருக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைச் சோதனை மூலம் எப்படி அறியலாம்?

7. நொடி ஊசல் என்பது என்ன?

8. சுவர்க் கடிகாரம் செயல்படும் விதத்தை விவரி.

### செய்துபார்

1. ஒரு தனி ஊசலில் $L/T^2$ ஒரு மாறிலி என்பதைக் காட்டும் சோதனையைச் செய்துபார்.

### சென்றுபார்

2. ஊசல்குண்டு பொருத்தப்பட்டுள்ள சுவர்க் கடிகாரம் உள்ள ஓர் இடத்திற்குச் சென்று அதன், அமைப்பையும் அது வேலைசெய்யும் விதத்தையும் கண்டறி.

## 7. வேலையும் திறனும்

### வேலை

இயற்பியலில் நாம் பயன்படுத்தும் வேலை என்ற சொல்லுக்கும், அன்றாட வாழ்வில் நாம் பயன்படுத்தும் சொல்லுக்கும் மிகுந்த வேறுபாடு உண்டு. அன்றாட வாழ்வில் எழுதுதல், படித்தல்,

பொருள்களைத் தூக்குதல், வண்டி இழுத்தல் போன்ற வற்றைச் செய்யும் போது ஒருவன் வேலை செய் கிறான் என்கிறோம். ஆனால் இயற்பியலில் வேலை செய்வது என்பது ஒரு விசை ஒரு பொருளின் மீது செயற்பட்டு, அப்பொருளைத் தன் திசையில் இயங்கவைத்தல் ஆகும். இதிலிருந்து ஒரு பொரு ளைக் கீழே இருந்து மேலே தூக்கும் போது செய்யப் படும் வேலையே இயற்பியலில் வேலை என்கிறோம் எனவே ஒரு விசை ஒரு பொருளின் மீது செயற்படும் போது அப்பொருள் விசையின் திசையில் நகருமானால் அப்போது வேலை செய்யப்படுகிறது.

பொருள்விசையின் திசையில் நகர்ந்தால், விசை வேலையைச் செய்கிறது என்கிறோம். மாறாக விசையின் திசைக்கு எதிராகப் பொருள் நகர்ந் தால் விசையை எதிர்த்து வேலை செய்யப்படுகிறது என்கிறோம். இவ்விரு வகையிலும் $F$ என்ற ஒரு விசை ஒரு பொருளின் மீது செயற்பட்டு அப்பொருள் விசையின் திசையில் அல்லது எதிர்த்திசையில் $S$ தூரம் நகர்ந்தால் விசையினால் செய்யப்பட்ட அல்லது விசையை எதிர்த்துச் செய்யப்பட்ட வேலை $W=F\times S$ ஆகும். ஆனால் $F=ma$ என ஏற்கனவே கண்டுள் ளோம். ஆகவே $W=maS$ ஆகும்.

**வேலையின் அலகுகள்**

| சார்பிலா அலகு | புவிஈர்ப்பு சார்ந்த அலகு | நடைமுறை அலகு |
|---|---|---|
| C.G.S. முறையில் எர்க் (Erg) | C.G.S. முறையில் சென்டி மீட்டர் கிராம் | C.G.S. முறை யில் ஜூல் (Joule) |

ஓர் எர்க் என்பது ஒரு டைன் விசை ஒரு பொருளின் மீது செயற்பட்டு, அதனை ஒரு சென்டி மீட்டர் தூரம் நகர்த்தும் போது செய்யப்படும் வேலையின் அளவாகும்.

ஒரு சென்டிமீட்டர் கிராம் என்பது ஒரு கிராம் எடை விசை ஒரு பொருளின்மீது செயற்பட்டு அதனை ஒரு சென்டி மீட்டர் தூரம் நகர்த்தும் போது செய்யப்படும் வேலையின் அளவாகும்.

**நடைமுறை அலகு**

*1 செ.மீ.-கிராம் = $g$ எர்க்குகள் ($g$ = என்பது புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் ஆகும்.)*

*எர்க், செ.மீ.-கிராம், போன்றவை, மிகவும் சிறிய அலகுகளாக இருப்பதால் அன்றாட வாழ்வில் நடைமுறையில் ஜூல் என்ற அலகை உபயோகிக்கிறோம்.*

$$1 \text{ ஜூல்} = 10^7 \text{ எர்க்குகள்}$$

**அன்றாட வாழ்வில் வேலையின் எடுத்துக்காட்டுகள்**

*ஒரு பொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து கீழேவிழும்போது புவிஈர்ப்பு விசை வேலை செய்கிறது. இதில் பொருளின்மீது செயற்பட்டு புவி ஈர்ப்பு விசை வேலையைச் செய்கிறது.*

*பாய்ந்து வரும் கிரிக்கட் பந்தை ஒருவர் பிடிக்கும் போது அவரது கை பந்தோடு சேர்ந்து சிறிது தூரம் பின்னோக்கிச் செல்வதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். கைபந்தின் மீது விசையைச் செலுத்தப் பின்னோக்கி நகர்வதால் இதில், விசைக்கு எதிர்திசையில் வேலை செய்யப்படுகிறது. இதுபோலவே ஓடிக்கொண்டிருக்கும் வண்டியை நிறுத்துவதிலும் வேலை செய்யப்படுவதை நீங்கள் அறியலாம்.*

**திறன்**

**திறன் என்பது ஒரு நொடி நேரத்தில் செய்யப் படும் வேலையாகும்.**

அதாவது வேலை செய்யப்படும் வேகமே திறன் எனப்படும்.

$$\text{திறன்} = \frac{\text{செய்யப்பட்ட வேலை}}{\text{எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட காலம்}}$$

$P$ என்பது திறனையும், $W$ என்பது வேலையையும், $T$ என்பது காலத்தையும் குறித்தால்,

$$P = \frac{W}{T} \text{ ஆகும்.}$$

ஓர் எந்திரம் ஒரு வேலையை 20 நொடியிலும், மற்றொரு எந்திரம் அதே வேலயை 10 நொடியிலும் செய்வதாகக் கொள்வோம். முதலாவது எந்திரத்தைவிட இரண்டாவது எந்திரம் அதிகத் திறன் (இருமடங்கு) கொண்டது என்று நாம் கூறுகிறோம்.

**திறனின் அலகு**

| சார்பிலா அலகு | புவிஈர்ப்பு சார்ந்த அலகு | நடைமுறை அலகு |
|---|---|---|
| எர்க்/நொடி | செ.மீ.-கிராம்/நொடி | வாட் |

**ஒரு வாட் என்பது ஒரு நொடிக்கு ஒரு ஜூல் வீதம் செயற்படும் திறனாகும்.**

**குதிரைத் திறன்**

இது வாட் என்ற C. G. S. நடைமுறை அலகுடன் தொடர்புடையது. நீராவி எந்திரம்

போன்றவை கண்டுபிடிக்கும் முன் குதிரைகளே பெரும்பாலும் வேலைகளைச் செய்து வந்தன. **ஜேம்ஸ்வாட்** என்பவர் முதன் முதலில் **நீராவி** எந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்தார். அவர் தாம் கண்டுபிடித்த எந்திரம் எத்தனை குதிரைகளின் வேலைத் திறனுக்குச் சமமானதாகும் என்று கண்டுபிடித்துக் **குதிரைத் திறன்** என்ற ஓர் அலகை அறிமுகப்படுத்தினார் தற்காலத்தில் மின் மோட்டார்கள் பொருத்தப்பட்ட பல எந்திரங்களின் திறன், குதிரைத் திறன் என்ற அளவிலேயே குறிப்பிடப்படுகின்றன.

1 குதிரைத் திறன் = 746 வாட்டுகள்

## வினாக்கள்

1. இயற்பியலில் வேலை என்பது எதனைக் குறிக்கும்?

2. வேலை, திறன், ஆகியவற்றை வரையறுத்துக் கூறுக.

3. வேலை, திறன், இவற்றின் அலகுகள் யாவை?

4. அன்றாட வாழ்வில் வேலைக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் மூன்று கூறுக.

5. குதிரைத்திறன் என்ற அலகு எவ்வாறு அறிமுகப்படுத்தப் படுகிறது?

6. 20 கிலோ கிராம் நிறையுள்ள பொருள் 10 மீட்டர் உயரத்திற்குத் தூக்கப்படுகிறது. செய்யப்படும் வேலை எவ்வளவு? ($g$ = 9.80மீ / நொடி$^2$)

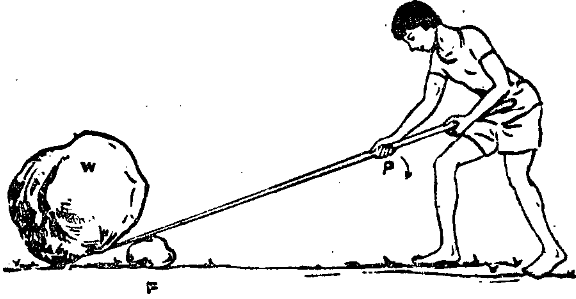
# 8. இலகு எந்திரங்கள்

## இலகு எந்திரங்கள்

இலகு எந்திரம் என்பது, ஒரு புள்ளியில் செயற்படும் விசையை மற்றொரு புள்ளியில் அளவிலோ அல்லது திசையிலோ அல்லது அளவு, திசை இரண்டிலுமோ மாற்றிக் கொடுக்கும் கருவியாகும். எனவே இலகு எந்திர மென்பது ஒரு கடினமான வேலையைச் சுலபமாகச் செய்து முடிக்கப் பயன்படும் சாதனமாகும்.

## எந்திரத் திறன் செலுத்துகை

இலகு எந்திரத்தில் செயற்படுத்தப்படும் விசையைத் திறன் (Power) என்றும், அத்திறனால் வெற்றி கொள்ளப்படும் விசையை எடை (Weight) என்றும் கூறுவர். உதாரணமாக, இலகு எந்திரமான நெம்பு




படம் 8-1.
முதல் வகை நெம்புகோல்
*W*-எடை *P*-திறன் *F*-ஆதாரத்தானம்

கோலில் திறன் ஒரு புறம் செயற்படுத்தப்படும் போது எடை மற்றொரு புறம் தூக்கப்படும். இப்போது நெம்புகோல் *F* என்னும் ஆதாரத்தைச் சுற்றிச் சுழலும், படத்தில் முதல் வகை நெம்புக்கோலாகப் பயன்படுத்தப்

படும் ஒரு கடப்பாரை காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் திறன் ஒரு முனையில் கீழ்நோக்கிச் செயற்படுத்தப்படுகிறது. எடை (கல்) மறுமுனையில் மேல்நோக்கித் தூக்கப் படுகிறது. இதில் **எந்திரத்திறன்** கடப்பாரை மூலம் கடத்தப்படுகிறது. இதைப் போலவே நிலைக்கப்பி யில் கயிற்றின் ஒரு பக்கம் திறன் கீழ்நோக்கிச் செயற் படுத்தப்படும்போது கயிற்றின் மறுமுனையில் தொங்கும் எடை மேல்நோக்கித் தூக்கப்படுகிறது. இதிலும் எந்திரத்திறன் நிலைக்கப்பியின் மூலம் கடத்தப்படுகிறது. பிற இலகு எந்திரங்களான இருசுச் சக்கரம், சாய்தளம் போன்றவற்றிலும் எந்திரத் திறன் இவ்வாறு கடத்தப்படுவதை நாம் காண லாம்.

## இலகு எந்திரத்தின் எந்திர லாபம்

ஓர் இலகு எந்திரத்தின் திறன் எடையைச் சமன் செய்யும் போது, எடைக்கும், திறனுக்கும் உள்ள விகிதம் எந்திரலாபம் எனப்படும். $W$ எடையாகவும், $P$ திறன் ஆகவும் இருந்தால்

$$\text{எந்திர லாபம்} = \frac{\text{எடை}}{\text{திறன்}} = \frac{W}{P}$$

## நெம்புகோல்களில் எந்திர லாபம்

நெம்புகோல்களின் மூன்று வகைகளைப்பற்றி ஏற்கனவே படித்திருக்கிறீர்கள் அல்லவா? ஆதாரத் தானம் $(F)$, எடை $(W)$ செயற்படும் புள்ளி, திறன் $(P)$ செயற்படும் புள்ளி, ஆகியவற்றின் நிலைக் கேற்ப முதல்வகை, இரண்டாம் வகை, மூன்றாம் வகை நெம்புகோல்கள் அமைவதைப் பற்றி நமக்கு முன்பே தெரியும். ஆதாரத்தானத்திற்கும், திறன் செயல்படும் புள்ளிக்கும் இடைப்பட்ட நேர்குத்துத் தூரம் **திறன் புயம்** என்றும் ஆதாரத்தானத்திற்கும்

எடை செயற்படும் புள்ளிக்கும் இடைப்பட்ட நேர் குத்துத்தூரம் **எடை புயம்** என்றும் வழங்கப்படும்.

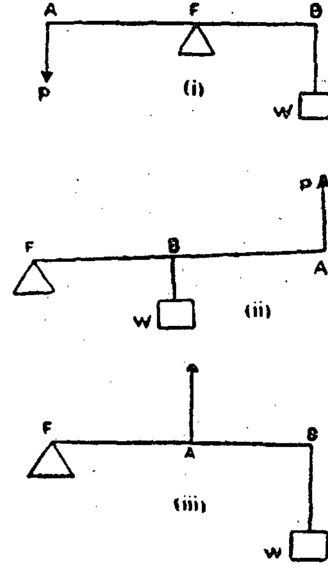
படத்தில் $F$ என்பது ஆதாரத்தானம். $AF$ என்பது திறன் புயம், $BF$ என்பது எடை புயம். நெம்பு கோலில் எடை திறனால் சரியீடு செய்யப்படும்போது திறன், எடை இவற்றின் ஆதாரத் தானத்தைப் பற்றிய சுற்றுத் திறன்கள் சமமாக இருக்கும். அதாவது, (எடை × எடை புயம் = திறன் × திறன் புயம்)

$$W \times BF = P \times AF$$

எனவே எந்திர லாபம்

$$= \frac{W}{P} = \frac{AF}{BF}$$

$$= \frac{\text{திறன் புயம்}}{\text{எடை புயம்}}$$




படம் 8-2.
மூன்று வகை நெம்புகோல்கள்

$W$-எடை
$P$-திறன்
$F$-ஆதாரத்தானம்
$AF$-திறன் புயம்
$BF$-எடை புயம்

முதல்வகை நெம்புகோலில் ஆதாரத்தானம் $(F)$ இடையில் இருப்பதால் திறன்புயமும், எடைபுயமும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவோ, ஒன்றைவிட மற்றொன்று பெரிதாகவோ, சிறிதாகவோ இருக்கலாம். இதனால் இவ்வகை நெம்புகோலில் எந்திரலாபம் ஒன்றாகவோ, ஒன்றைவிட அதிகமாகவோ, அல்லது ஒன்றைவிடக் குறைவாகவோ இருக்கும்.

இரண்டாம் வகை நெம்புகோலில் எடை செயற் படும் புள்ளி (*B*) இடையில் இருப்பதால் திறன் புயம் (*AF*) எப்போதும் எடை புயத்தைவிட (*BF*) அதிகமாக இருக்கும். இதனால் இவ்வகை நெம்புகோலில் எந்திர லாபம் எப்போதும் ஒன்றை விட அதிகமாகவே இருக்கும்.

மூன்றாம் வகை நெம்புகோலில் திறன் செயற் படும் புள்ளி (*A*) இடையில் இருப்பதால் திறன் புயம் (*AF*) எப்போதும் எடை புயத்தைவிட (*BF*) குறைவாக இருக்கும். இதனால் இவ்வகை நெம்பு கோலில் எந்திரலாபம் எப்போதும் ஒன்றைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

**கப்பிகள் (Pulleys)**

கப்பி என்பது ஓர் அச்சில் தங்கு தடையின்றிச் சுழலக் கூடிய ஓர் சக்கரம் ஆகும். சக்கரத்தின் விளிம்பைச்சுற்றி ஒரு கயிறு செல்வதற்கேற்பப் பள்ளம் இருக்கும். இதன் அச்சு கப்பிதாங்கி என்னும் சட்டத்தினால் தாங்கப்படுகிறது.

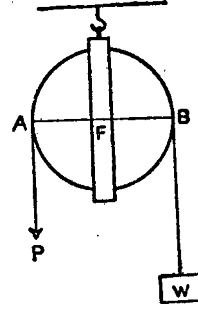
கப்பிகளை, நிலைக் கப்பி, இயங்கு கப்பி என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். நிலையாக, அசை யாமல் இருக்கும் கப்பிக்கு **நிலைக் கப்பி** என்றும், கப்பிதாங்கி மேலும் கீழும் அசையும் படி அமைந் துள்ள கப்பிக்கு **இயங்குக் கப்பி** என்றும் பெயர்.

**நிலைக் கப்பியின் எந்திர லாபம்**

நிலைக் கப்பியை ஒரு சுழலும் வகை நெம்பு கோலாகக் கருதலாம். இதில் ஆதாரத்தானம் (*F*) நடுவிலும், திறன் செயற்படும் புள்ளி (*A*) ஓர் ஓரத்திலும், எடை செயற்படும் புள்ளி (*B*) மற் றொரு ஓரத்திலும் அமைந்துள்ளத்தைக் காணலாம்.

இதில் திறன் புயமும் (*AF*), எடை புயமும் (*BF*) முறையே கப்பியின் ஆரத்திற்குச் சமமாகும். எனவே நிலைக் கப்பியின்

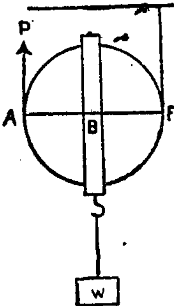
$$\text{எந்திர லாபம்} = \frac{AF}{BF} \text{ or } = 1$$




படம் 8-3.
நிலைக்கப்பி
*W*-எடை
*P*-திறன்
*F*-ஆதாரத்தானம்
*AF*-திறன் புயம்
*BF*-எடை புயம்

**இயங்குக் கப்பியின் எந்திர லாபம்**

முன்போலவே இயங்குக் கப்பியையும் சுழலும் வகை நெம்புகோலாகக் கருதலாம். இதில் எடை செயற்படும் புள்ளி (*B*) நடுவிலுள்ளது. எனவே திறன் புயம் (*AF*) என்பது கப்பியின் விட்டமாகும். எடை புயம் (*BF*) அதன் ஆரமாகும். விட்டம் ஆராத்தைப் போல இரண்டு மடங்காகும். எனவே இயங்கு கப்பியின் எந்திர லாபம் எப்போதும் இரண்டு ஆகும்.

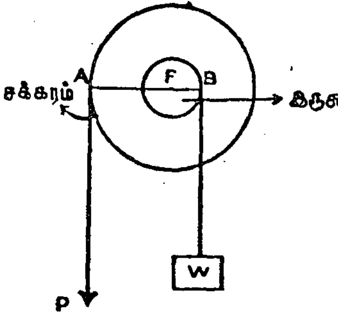



படம் 8-4.
இயங்குக் கப்பி
*W* - எடை
*P* - திறன்
*F* - ஆதாரத்தானம்
*AF* - திறன் புயம்
*BF* - எடை புயம்

**இருசுச் சக்கரத்தின் எந்திர லாபம்**

இருசுச் சக்கரத்தின் அமைப்பைப் பார்., இதையும் ஒரு சுழலும் வகை நெம்புகோலாகக் கருதலாம். இதில் ஆதாரத்தானம் நடுவில் அமைந்துள்ளது.

திறன்புயம் (AF) சக்கரத்தின் ஆரம் ஆகும். எடை புயம் (BF) இருசின் ஆரம் ஆகும். சக்கரத்தின் ஆரம் எப்போதுமே இருசின் ஆரத்தை விட அதிகம். எனவே இருசுச் சக்கரத்தின் எந்திரலாபம் எப்போதும் ஒன்றைவிட அதிகமாகவே இருக்கும்.

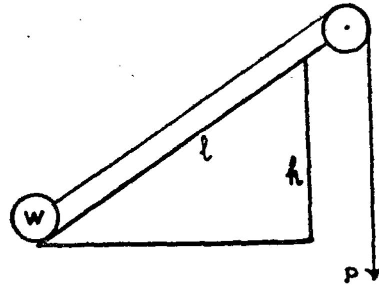



படம் 8-5.
இருசுச் சக்கரம்
W - எடை P - திறன்
F - ஆதாரத்தானம்
AF - திறன் புயம்
PF - எடை புயம்

இருசுச் சக்கரத்தின் எந்திர லாபம் $=$ $\dfrac{\text{சக்கரத்தின் ஆரம்}}{\text{இருசின் ஆரம்}}$

**சாய்தளத்தின் எந்திர லாபம்**

ஒரு சாய்தளத்தில் திறன் செய்த வேலையின் அளவு எடை செய்த வேலையின் அளவுக்குச் சமம். திறன் செய்த வேலையென்பது திறன் × திறன் நகர்ந்த தூரமாகும். எடை செய்த வேலை என்பது எடை × எடை நகர்ந்த தூரமாகும். எனவே திறன் × திறன் நகர்ந்த தூரம் = எடை × எடை நகர்ந்த தூரம் (எடை உயர்த்தப்பட்ட செங்குத்து உயரம்)




படம் 8-6.
சாய் தளம்
W - எடை B - திறன்
l - நீளம் h - உயரம்

$$P \times l = W \times h$$

எனவே சாய்தளத்தின் எந்திர லாபம்

$$\frac{W}{P} = \frac{l}{h} = \frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}$$

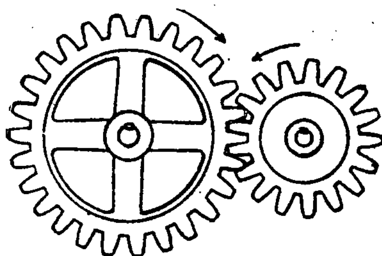
இதுவரை நாம் கற்ற பல இலகு எந்திரங்களின் எந்திர லாபம் பற்றிய விவரங்களைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தலாம்:

| வ.எ. | இலகு எந்திரம் | எந்திர லாபம் |
|---|---|---|
| 1. | முதல் வகை நெம்புகோல் | 1, 1-க்குமேல், 1ஐவிடக் குறைவு |
| 2. | இரண்டாவது வகை நெம்பு கோல் | எப்போதும் 1-க்கு மேல் |
| 3. | மூன்றாவது வகை நெம்பு கோல் | எப்போதும் 1ஐவிடக் குறைவு |
| 4. | நிலைக்கப்பி | எப்போதும் 1 |
| 5. | இயங்குக் கப்பி | எப்போதும் 2 |
| 6. | இருசுச் சக்கரம் | எப்போதும் 1ஐவிட அதிகம் |
| 7. | சாய்தளம் | சாய்தளத்தின் நீளம் /சாய் தளத்தின் உயரம் |

**கியர்கள்** *(Gears)*

இவை இருசுச் சக்கரத்தின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன. **கியர் இணைப்பு** என்பதை, ஒரு தண்டின் வேகத்தை மற்றொரு சுழல் தண்டிற்கு அளவிலும் திசையிலும் கடத்தும் அமைப்பாகும். இச்சுழல் தண்டுகளில் பற் சக்கரங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

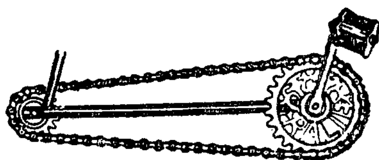
இப்பற் சக்கரங்கள் ஒன்றோடொன்று நேரிடையாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும் அல்லது பற்களில் அழுத்தமாகப் பொருந்தும் முடிவில்லாச் சங்கிலியின் மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இரு சக்கரங்களிலும் உள்ள பற்கள் எல்லாம் சம அளவானவை. இப்பற் சக்கரங்களில் ஒன்றின் ஆரம் அதிகமாகவும் மற்றொன்றின் ஆரம் குறைவாகவும் இருக்கும். பற் சக்கரங்கள் நேரிடையாக இணைக்கப்பட்டிருந்தால் பற் சக்கரங்கள் மாறுபட்ட திசைகளில் சுழலும். பற் சக்கரங்கள் ஒன்றோடொன்று முடிவில்லாச் சங்கிலியின் மூலம் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் இரு சக்கரங்களும் ஒரே திசையில் சுழலும். பற் சக்கரங்களின் சுழல்வேகம் அவற்றிலுள்ள பற்களின் விகிதத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாகப் பெரிய சக்கரத்தில் 60 பற்களும், சிறிய சக்கரத்தில் 15 பற்களும் இருந்தால், பெரிய சக்கரம் ஒரு முழுச் சுற்றுச் சுற்றும் நேரத்தில் சிறிய சக்கரம் 4 முழுச் சுற்றுகள் சுற்றும்.



படம் 8-7.
கியர்கள்

### மிதி வண்டி செயல்படுதல்

மிதி வண்டியிலுள்ள பெரிய சக்கரத்தைக் **கிராங்குப் பற் சக்கர** மென்றும், சிறிய சக்கரத்தை **ஃபிரீவீல் பற் சக்கரம்** என்றும் கூறுகிறோம். இவை இரண்டும் முடி



படம் 8-8.
மிதி வண்டியின் பெரிய பற் சக்கரமும் சிறிய பற் சக்கரமும்

வில்லாச் சங்கிலியின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பெரிய கிராங்குப் பற் சக்கரத்தில் 60 பற்களும் சிறிய ஃபிரீவீல் பற் சக்கரத்தில் 15 பற்களும் இருந்தால் கிராங்கு பற் சக்கரம் ஒரு சுற்றுச் சுற்றும் போது ஃபிரீ வீல் பற் சக்கரம் நான்கு சுற்றுகள் சுற்றும். மிதி வண்டி யின் பின் சக்கரத்தின் சுற்றளவு 1 மீட்டர் என்றால் அது நகரும் தூரம் 4 மீட்டராகும். இவ்வாறு கியர் இணைப்பின் மூலம் மிதி வண்டியின் வேகம் அதிகரிக் கப்படுகிறது.

## வினாக்கள்

1. இலகு எந்திரம் என்றால் என்ன?
2. எந்திரத்திறன் கடத்தப்படுவதை நெம்பு கோல் மூலம் விளக்குக.
3. இலகு எந்திரத்தின் எந்திர லாபமென் றால் என்ன?
4. மூவகை நெம்புகோல்களிலும் எந்திரலாபம் எவ்வாறு உள்ளது?
5. நிலைக்கப்பியின் எந்திரலாபம் எப்போதும் 1ஆக இருப்பது எவ்வாறு?
6. இருசுச் சக்கரத்தின் எந்திரலாபம் எவ் வளவு?
7. இயங்குகப்பியின் எந்திரலாபம் எப்போதும் 2ஆக இருப்பது எவ்வாறு?
8. சாய்தளத்தின் எந்திரலாபம் எவ்வளவு?
9. கியர்கள் என்றால் என்ன? அவற்றால் என்ன பயன்?
10. மிதி வண்டி செயற்படும் விதத்தை விவரி.

**சிந்தனைக்கு**

1. இருசுச்சக்கரத்தின் எந்திரலாபத்தை அதிகரிக்க என்ன செய்யலாம்?
2. சாய்தளத்தின் எந்திரலாபத்தை அதிகரிக்க என்ன செய்யலாம்?

## 9. மீட்சியியல்

வில் தராசு ஒன்றை எடுத்துக்கொள். அதன் மேலே உள்ள வளையத்தை ஒரு கையால் பிடித்துக் கொண்டு கீழே உள்ள கொக்கியைச் சற்று இழு. கம்பிச் சுருளின் கீழ் முனையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள குறிமுள்ளைக் கவனி. அது கீழ்நோக்கி நகர்கிறது. இப்பொழுது வில்தராசின் கொக்கியை இழுப்பதை விட்டுவிடு. குறிமுள் மீண்டும் பழைய நிலைக்குச் சென்று விடுகிறது.

ஒரு மீட்டர்கோலை எடுத்துக்கொள். அதன் இருமுனைகளையும் கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொண்டு அதை லேசாகவளையச் செய். பிறகு கைகளைத் தளர்த்துவிடு. கை விசையினால் சற்று வளைந்த மீட்டர்கோல் இலேசாக வளைகிறது. அவ்விசை எடுபட்டவுடன் மீண்டும் பழைய நிலைக்குச் சென்று விடுகிறது.

ஒரு கம்பிச்சுருளை மேசை மீது வை. அதன் மீது கையைவைத்து அழுத்து. கம்பிச்சுருள் சுருங்கு கிறது. இப்போது அழுத்துவதை விட்டு விடு. கம்பிச்சுருள் மீண்டும் பழைய நிலைக்குச் சென்று விடுகிறது.

மேலே குறிப்பிட்ட பொருள்களின் மீது ஒரு விசை செயற்படும் போது அவை உருவத்தில் மாறு

படுகின்றன. ஆனால் விசை எடுபட்டவுடன் அவை மீண்டும் பழைய நிலையை அடைந்து விடுகின்றன. பொருள்களின் இவ்விதத் தன்மைக்கு **மீட்சியியல்** (Elasticity) எனப்பெயர். மீட்சியியல் பொருள்களின் உருவமாறுபாட்டிற்குக் காரணமான விசையைத் **தகவு** (Stress) என்கிறோம். அப்பொருள்களில் தகவினால் ஏற்படும் உருவமாறுபாட்டை **திரிபு** (Strain) என்கிறோம்.

## மீட்சியியல் எல்லை (Elasticity Limit)

சுருள்வில் கம்பியை சற்று இழுத்துவிட்டு விட்டால் அது மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகிறது எனப் பார்த்தோம். ஆனால் அதே சுருள்வில் கம்பியை இழுத்துக் கொண்டே போனால் ஓர் எல்லையைத் தாண்டிய பிறகு விசையை எடுத்து விட்டாலும் அது மீண்டும் தன் பழைய நிலையை அடைவதில்லை. இதே போல மீட்டர்க் கோலை அளவிற்கு மீறி வளைத்தால் ஓர் எல்லைக்குப் பிறகு அது ஒடிந்து விடுகிறது. இதுபோலவே இரப்பர் கயிறு ஒன்றை அளவுக்கு மீறி இழுத்தால் விசையை நீக்கியவுடன் அது தன் பழைய நிலையை அடையாமல் அதன் நீளம் முன்பிருந்ததைவிடச் சற்று அதிகரித்து விடுகிறது. எனவே மீட்சியியல் பொருள்கள் விசைக்கேற்ப மாறுதலடைந்து பிறகு விசை நீக்கப்பட்டவுடன் பழைய நிலையை அடைவதற்கும் ஓர் எல்லை இருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்கிறோம். இதையே **மீட்சியியல் எல்லை** என்கிறோம்.

## ஹூக் விதி

மீட்சியியல் பொருள்களின் மீது செலுத்தப்படும் விசை பற்றிய தகவுக்கும் அதனால் ஏற்படும் உருவமாறுபாடான திரிபுக்கும் உள்ள தொடர்பை

ஆராய்ந்து அறிந்தவர் ஹூக் என்ற அறிவியல் அறிஞர். அவரது ஆராய்ச்சியின் முடிவே ஹூக் விதியாகும்.

**"மீட்சியியல் எல்லைக்குட்பட்ட நிலையில் தகவும், திரிபும் ஒன்றுக்கொன்று நேர்விகிதத்தில் உள்ளன"** என்பதே ஹூக் விதியாகும். இதைப் பின் வருமாறு கூறலாம்.

$$\text{மீட்சியியல் எல்லைக்குள்,}\ \frac{\text{திரிபு}}{\text{தகவு}} = \text{ஒரு மாறிலி}$$

**ஹூக் விதியை சரிபார்த்தல்**

இதற்கு வில்விசை மானி (Spring dynamometer) எனும் கருவி பயன்படுகிறது. இதில் மரச் சட்டம் ஒன்றின் நடுவில் சுருள் வில் ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சுருள் வில்லின் மேல்முனை சட்டத்தின் மேல் பகுதியில் நிலையாகப் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. அதன் கீழ்முனையில் குறி முள் ஒன்று உள்ளது. அது மரச்சட்டத் தின் பக்கத்திலுள்ள அளவுகோலின் மீது நகரும்படி அமைந்துள்ளது. குறிமுள்ளின் அருகில் வில்லின் அடிப்பாகத்தில் தராசுத் தட்டு ஒன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. தராசுத் தட்டில் எடை ஏதும் இல்லாத நிலையில் குறிமுள் அளவுகோலின் சுழிக் குறிக்கு நேராக இருக்க வேண்டும். அவ் வாறு இல்லாவிட்டால் சுருள் வில்லின் மேல் முனையை நகர்த்தி அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.




படம் 9-1. வில்விசை மானி

தராசுத் தட்டில் 20 கிராமில் ஆரம்பித்து, படிப்படியாக 20 கிராம் வீதம் அதிகரித்து 100 கிராம் வரை

எடைகளை வைத்து ஒவ்வொரு தடவையும் அதற்கேற்ற குறிமுள் காட்டும் அளவைக்குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். எடைகளின் அளவு மீட்சியியல் எல்லையை மீறாமல் இருக்க வேண்டும். இதை ஒவ்வொரு தடவையும் எடையைச் சேர்த்து அளவைப் பார்த்த பிறகு எடையை எடுத்து மீண்டும் அது பழைய அளவைக் காட்டுகிறதா எனப் பார்த்து தெரிந்து கொள்ளலாம் எடைகளை 100 கிராமிலிருந்து படிப்படியாக எடுத்தும் அளவுகளைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும்.

| வ. எண் | தட்டிலுள்ள எடை (தகவு) | குறிமுள் காட்டும் அளவு | | சராசரி அளவு | திரிபு | $\frac{\text{திரிபு}}{\text{தகவு}} = \frac{(\text{நீட்சி})}{(\text{எடை})}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | எடை அதிகரிக்கும் போது | எடை குறைக்கும் போது | | | |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| 4. | | | | | | |
| 5. | | | | | | |

அட்டவணையின் கடைசியிலுள்ள திரிபு / தகவு ஒரு மாறிலியாக இருக்கும். எடை அதிகரிக்கும் போது நீட்சி அதிகரிப்பதையும், எடை குறையும்

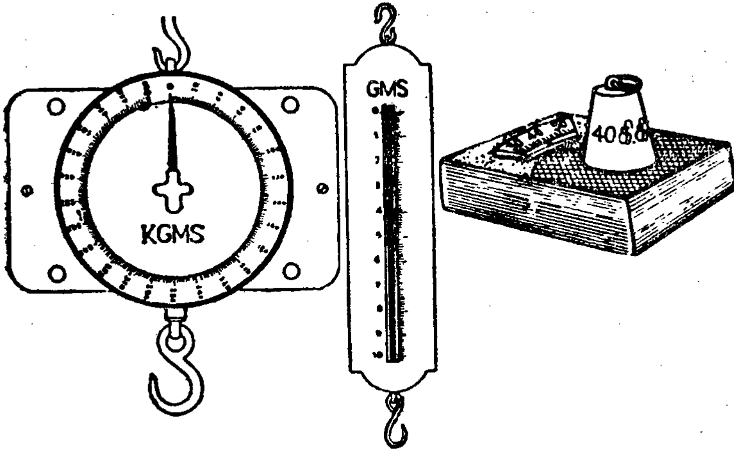
போது நீட்சி குறைவதையும், இது காட்டுகிறது. இதன் மூலம் ஹூக் விதி சரிபார்க்கப்படுகிறது.

**யங் குணகம் (Young's Modulus)**

மீட்சியியல் பொருளில், மீட்சியியல் எல்லைக்குள் திரிபிற்கும், தகவிற்கும் உள்ள விகிதம் ஒரு மாறிலி எனக்கண்டோம். இதையே, அச்சுருள் வில்லின் '**யங் குணகம்** என்கிறோம். இதன் மதிப்பு, பொருளுக்குப் பொருள் மாறுபடும்.

**சுருள்வில்லின் நிலை ஆற்றல்**

ஒரு சுருள்வில்லின் நிலை ஆற்றல் என்பது அது நீளும் போது செய்யும் வேலையின் அளவு, நிலை ஆற்றலாகச் சேமித்து வைக்கப்படுவதையே குறிக்கும்.




படம் 9-2.

எடை காணும் கருவியும் வில் தராசும்,

சுருள்வில்லின் அடியில் $m$ கிராம் நிறை தொங்கும்போது ஏற்படும் நீட்சி $h$ செ.மீ. என்று கொள்வோம். புவிஈர்ப்பு விசை $g$ செ.மீ/நொடி$^2$ ஆகும்.

எனவே செய்த வேலையின் அளவு $mgh$ எர்குகள். இவ்வேலை சுருள்வில்லில் நிலைஆற்றலாகச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இதுபோலவே அழுத்தும் தன்மையுள்ள சுருள்வில் ஒன்றின் மீது $m$ கிராம் நிறைவைக்கும் போது அது $h$ செ.மீ. சுருங்கினால் செய்யும் வேலையின் அளவு $mgh$ எர்குகள். இது சுருள்வில்லின் நிலைஆற்றலாக சேமித்து வைக்கப் பட்டுள்ளது.

சுருள்கம்பியினது நீட்சி அடையும் தன்மையின் அடிப்படையில் வில்தராசும், சுருள் கம்பியின் சுருங்கும் தன்மையின் அடிப்படையில் எடை காணும் கருவியும் அமைந்துள்ளன. இவற்றைப் படத்தில் காணலாம்.

**அன்றாடவாழ்வில் பயன்கள்**

வண்டிகளில் கூடுகள் மீட்சியியல் தன்மையுள்ள கம்பிச்சுருள்களான அச்சுக்களின் மேல் வைக்கப்பட்டிருப்பதால் வண்டிகள் மேடு, பள்ளங்களில் செல்லும் போது அதிர்ச்சியினால் பாதிக்கப்படாமல் பாதுகாக்கப் படுகின்றன.

இரயில் பெட்டிகள் ஒன்றோடொன்று பிணைக்கப்பட்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இங்கும் மீட்சியியல் தன்மையுள்ள கம்பிச் சுருள்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவை அதிர்ச்சி உறிஞ்சிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

சோபாக்கள், மெத்தைகள் போன்றவற்றிலும், கம்பிச் சுருள்கள் அமைக்கப்பட்டு உட்காருவதற்கும் படுப்பதற்கும் இதமாக இருக்கும்படி செய்யப்பட்டுள்ளன.

மோட்டார் வண்டிகளில், உட்காருமிடத்திற்கு அடியில் கம்பிச் சுருள்கள் அமைக்கப்பட்டு, அதன்மீது

மெத்தைகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. இதனால் வண்டி மேடுபள்ளங்களில் செல்லும்போது அதிர்ச்சிகளிலிருந்து நம்மைக் காக்கின்றன.

## வினாக்கள்

1. மீட்சியியல் தன்மையுள்ள பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
2. மீட்சியியல் தன்மை என்பது என்ன?
3. தகவு, திரிபு என்பவற்றை வரையறு.
4. மீட்சியியல் எல்லை என்பது யாது?
5. ஹூக் விதியைக் கூறு.
6. யங் குணகம் என்பது யாது?
7. ஹூக் விதியைச் சரிபார்க்கும் சோதனையைக் கூறு.
8. சுருள் வில்லின் நிலை ஆற்றல் கணக்கிடப் படுவதையும், சேமிக்கப்படுவதையும் விளக்கு.
9. கம்பிச் சுருள்கள் பயன்படுத்தப்படும் சாதனங்கள் சில கூறு.

## செய்துபார்

1. ஹூக் விதியைச் சரிபார்க்கும் சோதனையைச் செய்து பார்

# II. பாய் பொருள்கள்

## 10. பாய் பொருள்கள்

### அடர்த்தி

ஒரு கிலோகிராம் நிறையுள்ள அரிசி, பொரி இரண்டையும் கவனி. அரிசி கொஞ்சமாகவும், பொரி அதிகமாகவும் இருக்கும். அதாவது அரிசியின் பருமன் குறைவாகவும், பொரியின் பருமன் அதிகமாகவும் இருக்கும். எனவே ஒரு பொருளின் பருமன் அதன் அடர்த்தியைப் பொருத்துள்ளது என அறிகிறோம்.

**அடர்த்தி என்பது ஓரலகு பருமனுள்ள பொருளின் நிறையாகும்.** ஒரு பொருளின் நிறை $M$ ஆகவும் பருமன் $V$ ஆகவும், அடர்த்தி $D$ ஆகவும் இருந்தால்

$$D = \frac{M}{V} \text{ ஆகும்.}$$

உதாரணமாக 20 க.செ.மீ. நீரின் நிறை 20 கிராம் என்றால் 1 க.செ.மீ நீரின் நிறையான 1 கிராம் அதன் அடர்த்தியாகும். இதுபோல 10 க.செ.மீ வெள்ளியின் நிறை 105 கிராம் என்றால் 1 க.செ.மீ வெள்ளியின் நிறையான 10.5 கிராம் தான் அதன் அடர்த்தியாகும். மெட்ரிக் முறையில் இவற்றை முறையே 1 கிராம் / க.செ.மீ அல்லது 10.5 கிராம் / க.செ.மீ எனக் குறிப்பிடுகிறோம்.

**அடர்த்தி எண்**

10 க.செ.மீ வெள்ளியின் நிறை 105 கிராம் எனவும், 10 க.செ.மீ நீரின் நிறை 10 கிராம், எனவும் பார்த்தோம். இவை ஒன்றை மற்றொன்றுடன் ஒப்பிட்டால் வெள்ளி நீரைப்போல், 10.5 மடங்கு நிறையுள்ளது என்பதை அறியலாம். அதாவது ஒரு **பொருளின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியைப்போல் எத்தனை மடங்கு என்பதையே அப்பொருளின் அடர்த்தி** எண் எனக் கூறுகிறோம்.

$$\left.\begin{array}{c}\text{பொருளின் அடர்த்தி}\\ \text{எண் } S\end{array}\right\} = \frac{\text{பொருளின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$$

$$S = \frac{\text{ஓரலகு பருமனுள்ள பொருளின் நிறை}}{\text{ஓரலகு பருமனுள்ள நீரின் நிறை}}$$

$$S = \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{அதே பருமனுள்ள நீரின் நிறை}}$$

அடர்த்தி எண், ஒத்த அளவுகளின் தகவு ஆதலால் அதற்கு அலகு ஏதுமில்லை. எனவே அடர்த்தி எண் வெற்று எண் ஆகும். ஆனால் அடர்த்தியைக் குறிப்பிட்ட அலகைக் கொண்டு கூறுகிறோம்.

**மெட்ரிக் முறையில் சில பொருள்களின் அடர்த்தி எண்கள்**

| வ.எ. | பொருளின் பெயர் | மெட்ரிக் முறையில் அடர்த்தி எண் |
|---|---|---|
| 1. | அலுமினியம் | 2.7 |
| 2. | வனாடியம் | 6.1 |
| 3. | ஆன்டிமனி | 6.68 |

| வ.எ. | பொருளின் பெயர் | மெட்ரிக் முறையில் அடர்த்தி எண் |
|---|---|---|
| 4. | இரும்பு | 7.7 |
| 5. | பித்தளை | 8.5 |
| 6. | செம்பு | 8.9 |
| 7. | வெள்ளி | 10.5 |
| 8. | பாதரசம் | 13.6 |
| 9. | தங்கம் | 19.3 |

ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாடு

"ஒரு திண்மப் பொருள் ஒரு நீர்மத்தினுள் தங்கு தடையின்றி மூழ்கியிருக்கும் போது ஏற்படுவதாகத் தோன்றும் எடைக்குறைவு அப்பொருளின் சம பருமனுள்ள அந்நீர்மத்தின் எடைக்குச் சமம்" என்பதே ஆர்க்கிமிடிஸின் கோட்பாடு ஆகும்.

இக்கோட்பாட்டை ஆர்க்கிமிடிஸ் கண்டு பிடித்த விதம் ஒரு வியக்கத் தக்க நிகழ்ச்சியாகும். ஆர்க்கிமிடிஸ் சைரக்யூஸ் நாட்டு மன்னரின் நண்பர். ஒரு சமயம் மன்னர் தமக்குச் செய்யபட்ட ஒரு கிரீடம் முழுவதும் கொடுக்கப்பட்ட நிறையுள்ள தங்கத்தாலானதுதானா என்று ஐயங்கொண்டார். கிரீடத்தைக் குலைக்காமல் இதைக் கண்டறிந்து கூறும்படி அரசன் ஆர்க்கிமிடிஸிடம் கூறினார். ஆர்க்கிமிடிஸ் இதே சிந்தனையில் பல நாட்களைக் கழித்தார். ஒரு நாள் குளியலறையிலுள்ள நீர்த்தொட்டியில் குளிப்பதற்காக அவர் அமிழ்ந்த பொழுது நீர்வழிந்தோடியதைக் கண்டார். இது அன்றாடம் நிகழும் நிகழ்ச்சியேயாயினும், அன்று அவரது சிந்தனையில் ஓர் உண்மை தோன்றியது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கும் கிரீடத்துக்கும்

ஏதோ தொடர்பு உள்ளதாக அவர் உணர்ந்தார். இதனைக் கண்டறிந்த மகிழ்ச்சியில் தன்னையும் மறந்து தெருக்களின் வழியே ''யுரேகா, யுரேகா'' (நான் கண்டுபிடித்து விட்டேன்) எனக்கத்திக் கொண்டே சென்றாராம்.

நீங்கள் கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைக்கும்போது ஒரு நிகழ்ச்சியைக் கண்டிருப்பீர்கள். வாளி நீர் மட்டத்திற்குக் கீழே இருக்கும்வரை அதை மேலே இழுப்பது சுலபமாக இருக்கிறது அல்லவா? அதே போல் நீருக்குள் இருக்கும் பெரிய கல்லை மேலே தூக்கிவர முயற்சிக்கும் போது நீருக்குள் கல்லைத் தூக்குவது எளிதாக இருப்பதைப் பார்த்திருப் பீர்கள். இதில் வாளியின் நிறையோ, கல்லின் நிறையோ நீருக்குள்ளிருக்கும் போதும் சரி, வெளியே இருக்கும் போதும் சரி மாறுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் நீரின் மேல்நோக்கி அழுத்தும் விசையே யாகும். இது புவிஈர்ப்பின் விசைக்கு எதிராகச் செயற்படுகிறது. இதனால் புவிஈர்ப்பு விசையினால் ஏற்படும் பொருளின் எடை, குறைந்திருப்பது போலத் தோன்றுகிறது. இது ஒரு தோற்ற நிறைக் குறைவே யாகும்.

**ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாடின்படி பொருளின் அடர்த்தி எண் காணல்.**

$$\text{அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{அதே பருமனுள்ள நீரின் நிறை}}$$

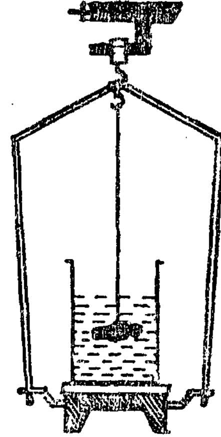
என நாம் அறிவோம். ஒரு பொருள் முழுவதும் தங்கு தடையின்றி நீரில் மூழ்கி இருக்கும் பொழுது அதன் பருமனுள்ள நீரை வெளியேற்றுகிறது. ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாட்டின்படி வெளியேற்றப்பட்ட நீரின் எடை, பொருள் நீரில் இழப்பதாகத் தோன்றும் எடைக்குச்

சமம் என்பதை அறிவோம். எனவே பொருளின் அடர்த்தி எண்

$$= \frac{\text{பொருளின் நிறை}}{\text{நீரில் அப்பொருளின் தோற்ற நிறைக் குறைவு}}$$

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி, பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் காணும் முறையை இங்கு விவரிப்போம்.

**(1) திண்மப் பொருளின் அடர்த்தி காணல்:** (நீரில் அமிழக்கூடியதும், கரையாததுமான பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் காணும் முறை) கொடுக்கப்பட்ட கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்ணைக்காண அடைப்பானை ஓர் இயற்பியல் தராசின் இடது தட்டில் வைத்து, வலது தட்டில் நிறைகளைப் போட்டு அவ்வடைப்பானின் நிறையைக் காண் (*a* கிராம்). பின் இடது தட்டின் மேல், படத்தில் காட்டியிருப்பது போல ஒரு **நீர்ம நிலையியல் இருக்கையை** (Hydrostatic bench) வைத்து, அதன்மீது ஒரு முகவையில் நீரை வை. அடைப்பான் முழுவதும் தங்குதடையின்றி நீரினுள் மூழ்கி இருக்கும்படி அதை ஒரு நூலினால் கட்டி இடது தட்டின் கொக்கியிலிருந்து தொங்கவிடு. இப்போது அதன் நிறையைக் கணக்கிடு (*b* கிராம்).



படம் 10-1.
கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண் காணல்

காற்றில் அடைப்பானின் நிறை $= a$ கிராம்

நீரில் அடைப்பானின் நிறை $= b$ கிராம்

நீரில் தோற்ற நிறைக்குறைவு = $(a-b)$ கிராம்

$$\text{கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{காற்றில் அடைப்பானின் நிறை}}{\text{நீரில் அதன் தோற்ற நிறை குறைவு}}$$

$$= \frac{a}{(a-b)}$$

(2) **நீர்மப் பொருளின் அடர்த்தி எண் காணல்:** கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீர்மப் பொருள் மண்ணெண்ணெய் எனக் கொள்வோம். நீரிலும், மண்ணெண்ணெயிலும் கரையாத ஒரு திண்மப்பொருளை (கண்ணாடி அடைப்பான்) எடுத்துக் கொள், முன்பு செய்தது போல் கண்ணாடி அடைப்பானின் நிறையைக் காற்றிலும் ($a$ கிராம்) நீரிலும், ($b$ கிராம்), கணக்கிடு. அதை நன்றாகத் துடைத்து விட்டு அதன் நிறையை மண்ணெண்ணெயில் கணக்கிடு ($c$ கிராம்).

காற்றில் அடைப்பானின் நிறை = $a$ கிராம்

நீரில் அடைப்பானின் நிறை = $b$ கிராம்

மண்ணெண்ணெயில் அடைப்பானின் நிறை = $c$ கிராம்

நீரில் தோற்ற நிறைக் குறைவு = $(a-b)$ கிராம்

மண்ணெண்ணெயில் தோற்ற நிறைக் குறைவு = $(a-c)$ கிராம்

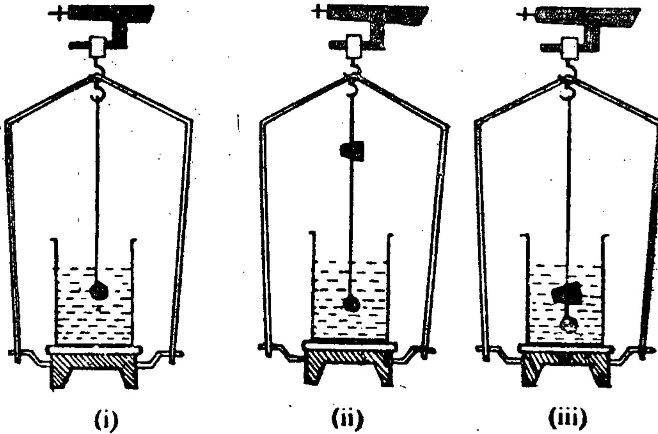
$$\text{மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள மண்ணெண்ணெயின் நிறை}}{\text{அதே பருமனுள்ள நீரின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{அடைப்பானின் பருமனுள்ள மண்ணெண்ணெயின் நிறை}}{\text{அடைப்பானின் பருமனுள்ள நீரின் நிறை}}$$

$$= \frac{\text{அடைப்பான் மண்ணெண்ணெயில் தோற்ற நிறைக் குறைவு}}{\text{அடைப்பான் நீரில் தோற்ற நிறைக் குறைவு}}$$

$$= \frac{(a-c)}{(a-b)}$$

**(3) நீரில் மிதக்கும் திண்மப் பொருளின் அடர்த்தி எண் காணல்:** கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீரில் மிதக்கும் திண்மம் தக்கை எனக் கொள்ளலாம். இதனை மூழ்கச்செய்ய ஒரு கனமான உலோகத்துண்டை உபயோகிக்கிறோம். இதனை **மூழ்கி** (Sinker) என்கிறோம்.




படம் 10-2.
தக்கையின் அடர்த்தி எண் காணல்

முன்பு செய்தது போலவே உலோகத்துண்டு நீரில் மூழ்கி இருக்குமாறு செய்து நீரில் நிறையைக் கணக்கிடு ($a$ கிராம்). பிறகு தக்கை நீர்மட்டத்திற்கு

மேலும், உலோகத்துண்டு (மூழ்கி) நீரிலும் இருக்கும்படி செய்து நிறையைக் கணக்கிடு ($b$ கிராம்). பிறகு, மூழ்கி தக்கை, இரண்டுமே நீரினுள் மூழ்கி இருக்கும்படி செய்து நிறையைக் கணக்கிடு ($c$ கிராம்). இந்த அமைப்பை முறையே படத்தில் காணலாம்.

நீரில் மூழ்கியின் நிறை = $a$ கிராம்

நீரில் மூழ்கி + காற்றில் தக்கை நிறை = $b$ கிராம்

நீரில் மூழ்கி + தக்கை நிறை = $c$ கிராம்

காற்றில் தக்கையின் நிறை = $(b—a)$ கிராம்

நீரில் தக்கையின் நிறை = $(c—a)$ கிராம்

நீரில் தக்கையின் தோற்ற நிறைக் குறைவு = $(b—a) — (c—a)$

= $(b—c)$ கிராம்

∴ தக்கையின் அடர்த்தி எண் = $\left\{\dfrac{\text{காற்றில் தக்கையின் நிறை}}{\text{நீரில் தக்கையின் தோற்ற நிறைக் குறைவு}}\right\}$

$= \dfrac{(b—a)}{(b—c)}$

### வினாக்கள்

1. அடர்த்தி, அடர்த்தி எண் - வரையறு.
2. ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாடு யாது?
3. ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாட்டின்படி ஒரு திண்மப் பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் காண்பது எப்படி?

4. ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாட்டின்படி ஒரு நீர்மப் பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் காண்பது எப்படி?

5. ஆர்க்கிமிடிஸ் கோட்பாட்டின்படி ஒரு மிதக்கும் பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் காண்பது எப்படி?

6. ஒரு திண்மப்பொருள் காற்றில் 15 கிராம் நிறையும், நீரில் 13 கிராம் நிறையும், ஒரு நீர்மத்தில் 13.4 கிராம் நிறையும் உள்ளது. அதன் அடர்த்தி எண் யாது? அந் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் யாது?

7. ஒரு திண்மப்பொருளின் நிறை நீரில் 10 கிராம். திண்மப்பொருள் நீரிலும் அதோடு கட்டப்பட்ட ஒரு மரத்துண்டு காற்றிலும் நிறை 18 கிராம். இரண்டும் நீரில் நிறை 8 கிராம். மரத்துண்டின் அடர்த்தி எண் யாது?

## 11. மிதத்தல்

நீர்மங்களில் பொருள்கள் மிதப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். தெப்பத் திருவிழாவின் போது பல பீப்பாய்கள்மீது ஒரு மேடை அமைத்து அதனை நீரில் மிதக்க விடுகிறார்கள். கடலில் படகுகள் மிதக்கின்றன. ஒரு நீர்மத்தில் சில பொருள்கள் மிதப்பதையும், வேறுசில அமிழ்வதையும் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக நீரில் இரும்பு, அலுமினியம் போன்றவை அமிழ்கின்றன. மரம், தக்கை போன்றவை மிதக்கின்றன. அதுபோலவே ஒரு நீர்மத்தில் மிதக்கும் ஒரு பொருள் மற்றொரு நீர்மத்தில் அமிழ்வதும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக,

இரும்புத்துண்டு நீரில் அமிழ்ந்துவிடும். ஆனால் அதுவே பாதரசத்தில் மிதக்கும். ஒரு பொருள் ஒரு நீர்மத்தில் மிதப்பதோ, அமிழ்வதோ அதன்மீது செயல்படும் நீர்மத்தின் மேல்நோக்கிய அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. ஒரு பொருள் ஒரு நீர்மத்தில் மூழ்கும்போது அதன் பருமஅளவு நீர்மத்தை வெளியேற்றுகிறது எனப் பார்த்தோம். இப்படி வெளியேற்றப்படும் நீர்மத்தின் நிறையைவிடப் பொருளின் நிறை அதிகமாக இருந்தால் அப் பொருள் அந் நீர்மத்தில் மூழ்கும். ஆனால், அப்பொருளின் நிறை வெளியேற்றப்படும் நீர்மத்தின் நிறையைவிடக் குறைவாக இருந்தால் அப் பொருளின் ஒரு பாகம் நீர்மத்திற்கு மேலும், மீதிப் பாகம் நீர்மத்திற்கு கீழும் இருக்குமாறு மிதக்கும். ஆனால் பொருளின் நிறையும் வெளியேற்றப்படும் நீர்மத்தின் நிறையும் சமமாக இருந்தால் அப் பொருள் நீர்மத்தில் மூழ்கி மிதக்கும். இவற்றைப் பின்வருமாறு கூறலாம்.

(1) பொருளின் அடர்த்தி நீர்மத்தின் அடர்த்தியைவிட அதிகமாகயிருந்தால் அப் பொருள் அந்நீர்மத்தில் மூழ்கிவிடும்.

(2) பொருளின் அடர்த்தி நீர்மத்தின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவாக இருந்தால் அப் பொருள் அந் நீர்மத்தில் மிதக்கும்.

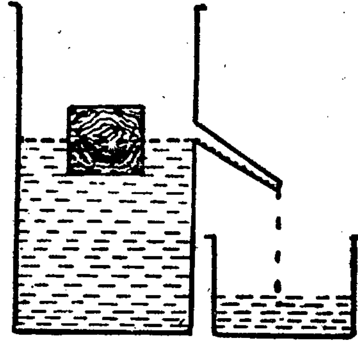
(3) பொருளின் அடர்த்தி நீர்மத்தின் அடர்த்திக்குச் சமமாக இருந்தால் அப் பொருள் அந் நீர்மத்தில் மூழ்கி மிதக்கும்.

**மிதத்தல் விதிகள்**

**முதல் விதி: பொருளின் அடர்த்தி நீர்மத்தின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவானால், அப் பொருள் அந் நீர்மத்தில் மிதக்கும்.**

**இரண்டாவது விதி:** ஒரு பொருள் ஒரு நீர்மத்தில் மிதக்கும்போது மிதக்கும் பொருளின் நிறை, அதனால் விலக்கப்பட்ட நீர்மத்தின் நிறைக்குச் சமம்.

**இரண்டாவது விதியைச் சரிபார்த்தல்:** மேல் வழிகலம் ஒன்றினை எடுத்துக்கொள். அதனுள் வழிந்தோடும்வரை நீரை ஊற்றி நிரப்பு. மூக்கின் கீழே ஒரு முகவையை வை. ஒரு மரக்கட்டையை நீரினுள் போடு. வழிந்தோடும் நீரை முகவையில் பிடி. அதன் பருமஅளவைக் கண்டு அதிலிருந்து அந்நீரின் நிறையைக் கணக்கிடு. மரக்கட்டையை வெளியே எடுத்துத் துடைத்து விட்டு, ஓர் இயற்பியல் தராசின் உதவியால் அதன் நிறையைக் கண்டுபிடி. மரக்கட்டையின் நிறையும், வெளியேற்றப்பட்ட நீரின் நிறையும், சமமாக இருக்கும். சோதனையை வேறு சில நீர்மங்களைக் கொண்டு திரும்பச் செய். ஒவ்வொரு தடவையும் மரக்கட்டையின் நிறையும் வெளியேற்றப்பட்ட நீர்மத்தின் நிறையும் சமமாகவே இருக்கும். மேலும் நீர்மத்தின் அடர்த்திகளுக்கேற்ப மரக்கட்டை அவற்றினுள் மிதக்கும் ஆழங்களும் மாறுபடும். அடர்த்தி குறைந்த நீர்மங்களில் அமிழும் ஆழம் அதிகமாகவும், அடர்த்தி அதிகமான நீர்மங்களில் அமிழும் ஆழம் குறைவாகவும் இருக்கும்.



படம் 11-1.
மிதத்தலின் இரண்டாவது விதி பற்றிய சோதனை

**நீர்மமானிகள்**

இவை, மிதத்தல் விதியைப் பயன்படுத்தி நீர்மங்களின் அடர்த்திகளைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படும் கருவிகளாகும்.

ஆய்வுக் குழாயை நீர்மமானியாகப் பயன்படுத்தி நீர்மங்களின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம். வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள நீர்மங்களில் ஆய்வுக்குழாய் வெவ்வேறு ஆழம் மூழ்கி அளவினைக் காட்டுகிறது. இவ்வகை நீர்மமானிக்கு **'மாறு அமிழ்வு நீர்மமானி'** எனப்பெயர்.

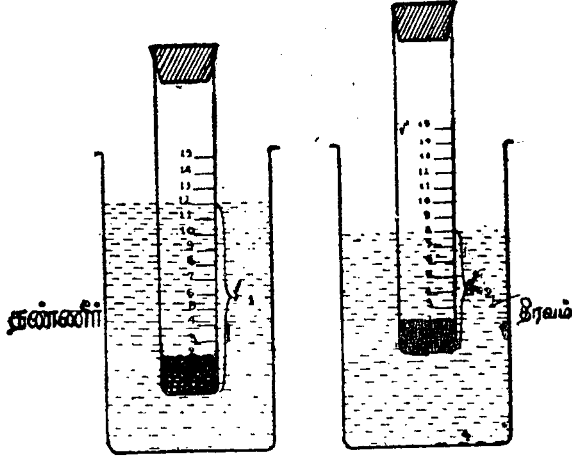
மற்றொரு வகை நீர்மமானியும் உண்டு. அதனை **'மாறா அமிழ்வு நீர்மமானி'** என்பர். இதில் எல்லா நீர்மங்களிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழம் மூழ்கி, மிதக்கத் தேவையான நிறைகளை மேலே உள்ள தட்டிலோ அடியிலோ இட வகைசெய்யப்பட்டிருக்கும்.

**மாறு அமிழ்வு நீர்மமானியினால் நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் காணல்**

அடிப்பாகம் தட்டையான ஓர் ஆய்வுக்குழாயை எடுத்துக்கொள். அதன் உட்புறத்தில் செ.மீட்டரிலும் மி.மீட்டரிலும் அளவிடப்பட்ட ஒரு கட்டக்காகித அளவுகோலை, ஒட்டு. ஆய்வுக் குழாயின் அடிப்பாகத்திலிருந்து அளவுகள் தொடங்கி குறிக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். ஆய்வுக்குழாய் செங்குத்தாக மிதப்பதற்குத் தேவையான குறைந்த அளவு ஈயக்குண்டுகளைக் குழாயினுள் போடு. அதன் வாயைத் தக்கையால் மூடு. இதுவே **'மாறு அமிழ்வு நீர்மமானி யாகும்.'**

இரண்டு வாயகன்ற சாடிகளை எடுத்துக்கொள். ஒன்றில் நீரையும் மற்றொன்றில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீர்மத்தையும் எடுத்துக்கொள். படத்தில் காட்டிய

படி முதலில் நீர்மமானியை, நீரில் மிதக்கவிடு. அது பக்கங்களைத் தொடாமல் செங்குத்தாக மிதக்கும் போது, மிதக்கும் ஆழத்தைக் குறித்துக்கொள். ($h_1$)




படம் 11-2.

ஆய்வுக் குழாய் மிதவை நீர்மமானி

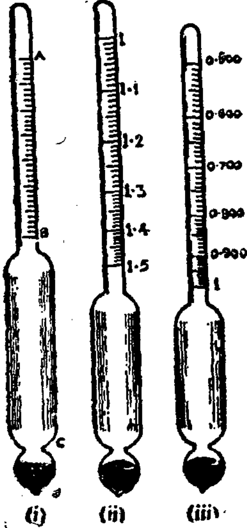
நீர்மமானியை வெளியே எடுத்து, அதன் வெளிப் புறத்தை நன்றாகத் துடைத்துவிட்டு, அதை நீர்மத்தில் மிதக்கவிடு. இப்போதும் அது செங்குத் தாக மிதக்க வேண்டும். இப்போது நீர்மத்தில் அது மிதக்கும் ஆழத்தை குறித்துக் கொள் ($h_2$). ஈயக்குண்டுகளின் அளவைச் சிறிதுசிறிதாகக் கூட்டிச் சோதனையைப் பலமுறை திரும்பச்செய். அளவீடு களைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து.

| ஆய்வு எண் | நீர்மமானி மிதக்கும் ஆழம் | | நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண் $\Big\}$ = $\dfrac{\text{நீரில் மிதக்கும் ஆழம்}}{\text{நீர்மத்தில் மிதக்கும் ஆழம்}} = \dfrac{h_1}{h_2}$ |
|---|---|---|---|
| | நீரில் ($h_1$) | நீர்மத்தில் ($h_2$) | |
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 5. | | | |

கடைசிப் பத்தியில் வரும் அளவுகளின் சராசரியே கொடுக்கப்பட்டுள்ள நீர்மததின் அடர்தத்தி எண் ஆகும்.

**சாதாரண நீர்மமானிகள்**

இவை மாறு அமிழ்வு வகையைச் சார்ந்தவை. இவற்றைப் பயன்படுத்தி நீர்மங்களின் அடர்த்தி எண்களை நேரடியாகவே காணலாம். $BC$ என்பது சுமார் 2 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள கண்ணாடிக் குழாய். அதன் அடியில் ($D$) என்ற கண்ணாடிக்குமிழ் உள்ளது.




படம் 11-3.

(i) சாதாரண நீர்மமானி

(ii) அதிக அடர்த்தி நீர்மமானி

(iii) குறைந்த அடர்த்தி நீர்மமானி

மேல்பாகத்தில் சுமார் 5 மி.மீ. குறுக்களவும் 10 செ.மீ. நீளமும் உள்ள கண்ணாடிக் குழாய் உள்ளது. நீர்மமானியை நீர்மங்களில் செங்குத்தாக மிதக்கச் செய்ய, குமிழிகளுக்குள் பாதரசம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. $AB$ என்ற பகுதியில் அடர்த்தி எண் காண வேண்டிய அளவுகோல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. நீர்ம மானியை அடர்த்தி எண் காணவேண்டிய நீர்மத்தில் மிதக்கவிடும் போது நீர்ம மட்டத்திற்கு நேராக அளவுகோலிலுள்ள குறியீடு, நீர்மத்தின் அடர்த்தி எண்ணை நேரடியாகவே காட்டும். இந்த நீர்மமானி அடர்த்தி மிகுந்த நீர்மங்களில் குறைந்த ஆழமும், அடர்த்தி குறைந்த நீர்மங்களில் அதிக ஆழமும் அமிழ்வதைக் காணலாம். இதனால் $AB$ பகுதியில் குறியீடுகள் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிக் குறிக்கப் பட்டுள்ளன.

நீரைவிட அடர்த்தி மிகுந்த நீர்மங்களுக்கு ஒரு நீர்மமானியும், அடர்த்தி குறைந்த நீர்மங்களுக்கு மற்றொரு நீர்ம மானியும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.




படம் 11-4. பால்மானி

**பால்மானி**

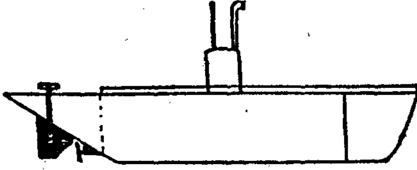
இது பாலில் நீர் கலந்துள்ளதா இல்லையா எனக் கண்டறியப் பயன்படும் கருவியாகும். இதுவும் மாறு அமிழ்வு நீர்மமானி வகையைச் சார்ந்தது. இதன் அமைப்பும் சாதாரண நீர்மமானியைப் போன்றதே. தண்டின் மேற்பகுதியில் $W$ என்ற குறியும் கீழ்ப்பகுதியில் $M$ என்ற குறியும் இருக்கும். பால்மானி நீரில் $W$ என்ற குறிவரையிலும், சுத்தமான நீர்கலக்காத பாலில் $M$ என்ற குறிவரையிலும் அமிழும். எனவே,

பால்மானி அமிழும் ஆழத்தைக்கொண்டு பாலில் கலந்துள்ள நீரின் விகிதத்தை அறியலாம்.

**நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள்**

இது, மீனின் வடிவத்தைக் கொண்ட பெரிய படகு போன்று உள்ளது. இதற்கு உட்சுவர்கள், வெளிச் சுவர்கள் என இரண்டு சுவர்கள் உள்ளன. இவை ஒன்றையொன்று ஒட்டியிருக்கின்றன. இடைவெளியில் நீரை நிரப்பலாம். இதனை **நிறைத்தொட்டி** என்பர். இதன் தலைப்பகுதியை வேண்டியபோது மூடி விடலாம்.

நீர்மட்டத்திற்குக் கீழே செல்ல வேண்டுமானால் இத்தொட்டிகளில் நீரை நிரப்புவர். நீர் மூழ்கிக் கப்பலின் எடை அதிகரித்து அது நீரில் மூழ்கும்.



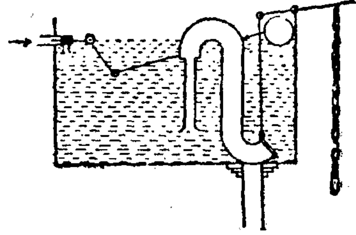
படம் 11-5.
நீர்மூழ்கிக் கப்பல்

மேலே கொண்டு வர வேண்டுமானால் தொட்டியினுள் இறுகியக் காற்றைச் செலுத்துவர். நீர் வெளியேறி கப்பல் எடை குறைந்து மீண்டும் மேல் மட்டத்திற்கு வந்துவிடும். இதில் குறைவான அழுத்தத்தில் காற்றை இறுக்கும் கருவியும் உள்ளது. இது அவசரமாகக் கப்பல் மேல்மட்டத்திற்கு வர, பயன் படுத்தப்படுகிறது.

**கழிவுநீர்த் தொட்டி**

வீடுகளில் கழிப்பிடங்களில் இக் கழிவுநீர்த் தொட்டியைப் பயன்படுத்துகிறோம். இதில் நீர் நிரம்பியிருக்கும். பக்கத்திலுள்ள சங்கிலியைப் பிடித்து இழுத்தால், நீர் குழாயின் வழியே பாயும். நீர் வடிந்

ததும் மேலேயுள்ள தொட்டியில் நீர் தானாகவே நிரம்பும். நீர் ஒரு மட்டத்தை அடைந்ததும் அது மேலும் புகுவது நின்றுவிடும். இதற்கு ஒரு மிதக்கும் கோளத்தோடு இணைக்கப்பட்ட நெம்பு கோல் பயன்படுத்தப்படு கிறது. இதன் அமைப் பைப் படத்தில் காண லாம். தொட்டியில் நீர் நிரம்பி ஒரு மட்டத்திற்கு வந்ததும் மிதவை மேலே வரும். அதனோடு இணைந்துள்ள நெம்புகோல் நீர் வரும் பாதையை அடைத்து நீரை நிறுத்தி விடுகிறது.

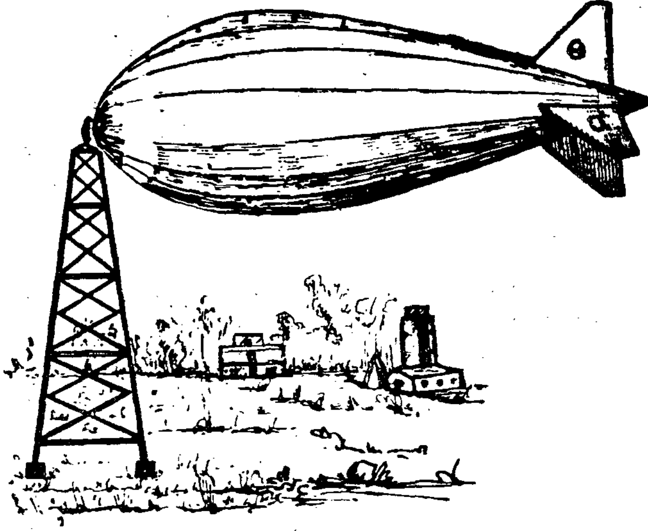


படம் 11-6.
கழிவுநீர்த் தொட்டி

## பலூன்களும் வளிக்கப்பல்களும்

சூடாக்கப்பட்ட காற்று சாதாரணக் காற்றை விட அடர்வு குறைவானதாகும். புவியிலிருந்து மேலே செல்லச்செல்லக் காற்றின் அடர்த்தியும் வெப்ப நிலையும் குறைகின்றன. மூச்சுவிடுவதும் சற்றுக் கடின மாகிறது. எனவே, திறந்த கூடைபோன்ற அமைப்பு களைக் கொண்ட பலூன்களில் உயரே செல்வது கடினமாகும். உள்ளீடற்ற அலுமினியக் கோள உருண்டைகளைப் பயன்படுத்தி அவற்றில் வெளிக் காற்று உட்புகாதபடி செய்து அவற்றுள் அடர்த்தி குறைவான வாயுவை அடைத்து, காற்றில் மிதக்க விட்டுப் பார்த்தனர். வளிமண்டலத்தின் வெளி மண்டலம் வரை இப் பலூன்கள் சென்றிருக்கின்றன. இப் பலூன்களிலுள்ள குறைபாடு அவற்றின் திசை களை மாற்ற முடியாது என்பதே. முதன் முதலில் 1857-ல் பிரெஞ்சு நாட்டு இயற்பியல் நிபுணர் **ஹென்றி கிப்ஃபர்டு**, ஒரு பலூனில் நீராவி எஞ் சினைப் பொருத்தி அதோடு ஒரு சுழல் சக்கரத்தையும்

இணைத்தார். ஆனால் தற்கால வளிக்கப்பல்களில் உள் எரி எஞ்சின்கள் பொருத்தப்படுகின்றன.



படம் 11-7.
வளிக்கப்பல்

1900-ல் ஜெர்மனி நாட்டு **கவுண்ட் பெர்டினான்ட் வான் ஜெப்லீன்** என்பவர், அலுமினியத்தாலான ஒரு வளிக்கப்பலைச் செய்து அதில் சிறு அறைகளை ஏற்படுத்தி அவற்றில் வாயுப்பைகளை அடைத்தார். அதன் சட்டத்திலிருந்து பயணிகளுக்கும் எஞ்சினுக்கும் அமைப்புகளைத் தொங்கவிட்டார். இந்த வளிக்கப்பலுக்கு அவரது பெயரையே, அதாவது **ஜெப்லீன்கள்** என்பதையே சூட்டினர்.

பல்லாண்டுகளாகப் பலூன்களிலும், வளிக்கப்பல்களிலும் ஹைட்ரஜன் வாயுவே பயன்படுத்தப்பட்டது. இது இலேசான வாயுவாகையால் உயரே எளிதில் கிளம்பும். ஆனால் இது எளிதில் தீப்பற்றக்

கூடியது. எனவே, விபத்துகள் சுலபமாக ஏற்படு கின்றன.

ஹைட்ரஜனுக்கு அடுத்தபடியாகப் பயன்படுத்தப் படும் வாயு ஹீலியம் ஆகும். இதுவும் எளிதில் உயரே கிளம்பும் தன்மை வாய்ந்தது; தீயும் பிடிக் காதது. தற்காலத்தில் வளிக்கப்பல்கள் அநேகமாகப் பயன்படுவதில்லை. விமானங்களே பெரிதும் பயன் படுகின்றன.

## வினாக்கள்

1. மிதத்தல் விதிகளைக் கூறு.
2. மிதத்தலின் இரண்டாவது விதியை எவ்வாறு சரிபார்க்கலாம்?
3. மாறு அமிழ்வு நீர்மமானி மூலம் ஒரு நீர்மத் தின் அடர்த்தி எண்ணை எவ்வாறு காண் பாய்?
4. சாதாரண நீர்மமானியின் அமைப்பை விவரி.
5. பால்மானி, கழிவுநீர்த்தொட்டி, நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள், பலூன்கள், வளிக்கப்பல்கள்— சிறு குறிப்பு வரைக.
6. வளிக்கப்பல்களில் பயன்படுத்தப்படும் வாயுக் கள் யாவை?

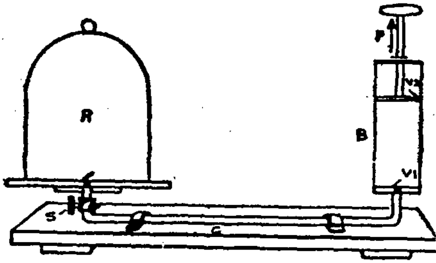
## செய்துபார்

1. மாறுஅமிழ்வு நீர்மமானி மூலம் ஒரு நீர்மத் தின் அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி.

# 12. வாயுவின் அழுத்தமும் வெற்றிடமும்

## காற்றுப் பம்ப்பு

**அமைப்பு:** படத்தில் காணப்படுவது காற்றுப் பம்ப்புகளில் மிகவும் எளியதான **ஹாக்ஸ் பீஸ் பம்ப்பு.** இதில் *B* என்பது ஓர் அகன்ற குழல். *P* என்பது அதனுள் காற்றுப் புகா வண்ணம் மேலும் கீழும் நகரும் ஒரு பிஸ்டன் *R* என்ற காற்று நீக்கப்பட வேண்டிய பாத்திரம் வைக்கப்பட்டுள்ள மேடையையும், *B* குழலையும், *C* என்ற ஒரு மெல்லிய குழல் இணைக்கிறது. *S* என்ற திருகு, *R* என்ற பாத்திரத்திலிருந்து வரும் காற்றை மூடவோ, திறக்கவோ பயன்படுகிறது. பெரிய குழலின் அடியில் $V_1$ என்ற வால்வும், பிஸ்டனில் $V_2$ என்ற வால்வும் உள்ளன. இவை மேல்நோக்கித் திறப்பவை.




படம் 12-1.
காற்றுப் பம்ப்பு

*B*-அகன்ற குழாய் *C*-மெல்லிய குழல்
*P*-பிஸ்டன்
*R*-கண்ணாடிப் பாத்திரம் *S*-திருகு
$V_1$, $V_2$-வால்வுகள்

**வேலைசெய்யும் விதம்:** பாத்திரத்தை மேடை மீது வை. *S* என்ற திருகைத் திறந்து விடு. இப்போது முதலில் பிஸ்டன் பெரிய குழலின் அடியில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். பிஸ்டனை மேலே தூக்கினால் பெரிய குழலின் அழுத்தம் குறையும். இதனால் $V_1$ என்ற வால்வை மேல்நோக்கித் திறந்துகொண்டு

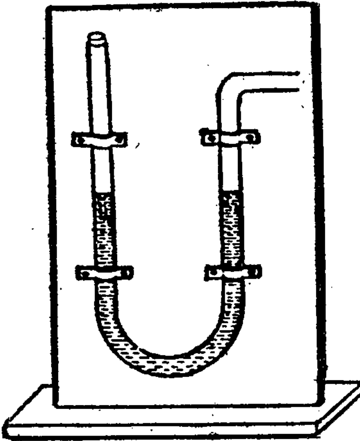
பாத்திரத்திலுள்ள காற்று $C$ வழியாகப் பெரிய குழலுக்குள் வரும். இப்போது $V_2$ மூடியிருக்கும்.

பிஸ்டனை இப்போது கீழ்நோக்கி அழுத்துவதாகக் கொள்வோம். பெரிய குழலிலுள்ள காற்று $V_2$ வைத் திறந்து கொண்டு வெளியே செல்லும். இப்போது வால்வு $V_1$ மூடியிருக்கும்.

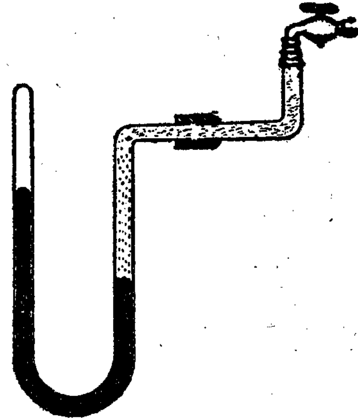
இவ்வாறு பிஸ்டனை மேலும் கீழும் மாறிமாறி அழுத்துவதால், $R$-ல் உள்ள காற்று சிறிதுசிறிதாக வெளியேறும். இம்முறையால் $R$-ல் உள்ள காற்று முழுவதையும் வெளியேற்ற முடியாது. ஏனெனில், ஒரு நிலை ஏற்பட்டதும் $R$-ல் உள்ள காற்று, வால்வுகளைத் திறந்துகொண்டு வெளியேறக்கூடச் சக்தியற்றதாகிறது.

**அழுத்தமானிகள் (Manometers)**

இவை ஒரு கொள்கலத்திலுள்ள வாயுவின் அழுத்தத்தை அளக்க உதவும் கருவிகள் ஆகும்.



படம் 12-2 (a)
திறந்த $U$ குழாய் அழுத்தமானி



படம் 12-2 (b)
மூடப்பட்ட $U$ குழாய் அழுத்தமானி

படத்தில் காண்பது இவ்வகை அழுத்தமானிகளி லேயே எளிதான $U$ வடிவ அழுத்தமானியாகும். இதில் $U$ வடிவிலுள்ள ஒரு கண்ணாடிக்குழாய் ஒரு செங்குத்தான தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதனுள் ஓரளவு பாதரசம் உள்ளது. அழுத்தம் அளவிடப்படவேண்டிய வாயு இருக்கும் கொள் கலத்துடன் இணைப்பதற்கேற்ப $U$ வடிவக் குழாயில் ஒரு புயம் செங்கோண வடிவில் வளைக்கப் பட்டுள்ளது.

இந்த அழுத்தமானிகள் இருவகைப்படும். ஒன்று திறந்த $U$ வடிவக்குழாய் அழுத்தமானி. இதில் இரு புயங்களும் திறந்திருக்கும். மற்றொன்று, மூடப்பட்ட $U$ வடிவக்குழாய் அழுத்தமானி. இதில் ஒரு புயம் மூடப்பட்டிருக்கும்.

**வேலைசெய்யும் விதம்:** அழுத்த மானியைக் கொள்கலத்துடன் இணை. இப்போது பாதரச மட்டம் ஒரு புயத்தில் அதிகமாகவும் மற்றொன்றில் குறைவாகவும் இருக்கும். வெளி வாயுமண்டல அழுத் தம் $P$ என்று கொண்டால் $(P \pm h)$ என்பது கொள் கலத்தில் உள்ள வாயுவின் அழுத்தமாகும். இதில் $h$ என்பது இருபுயங்களிலுமுள்ள பாதரச மட்டத் திரவங்களின் வித்தியாசமாகும்.

தொழிற்சாலைகள், இரயில்வே எஞ்சின்கள் போன்ற நீராவியின் அழுத்தத்தால் இயங்கும் எஞ்சின்களின் அழுத்தத்தைக் காண, இவ்வகை அழுத்தமானிகள் பயன்படுகின்றன.

**அழுத்த அளவுமானி** (Pressure Gauge)

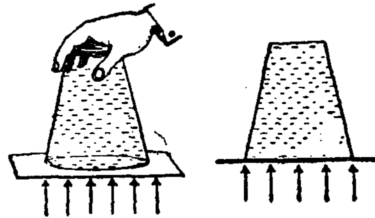
பெட்ரோல் விற்பனை நிலையங்களிலும், காற்று பிடிக்கும் இடத்திலும், இரயில் எஞ்சின்களிலும் கடிகாரம் போன்றதொரு கருவியைப் பார்த்திருப்பீர்

கள். மோட்டார் வண்டிகளின் சக்கரங்களிலுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தை அளவிடவும், இரயில்வே எஞ்சினிலுள்ள நீராவியின் அழுத்தத்தைக் காணவும் இக்கருவி பயன்படுகிறது. இதுவே **அழுத்த அளவு மானி**யாகும். இதிலுள்ள முள் நகர்ந்து காற்றின் அழுத்தத்தையோ, நீராவியின் அழுத்தத்தையோ, கிலோ கிராம் அளவில் காட்டுகிறது.

## வளி அழுத்தம்

புவிமண்டலம் சுமார் 320 கி.மீட்டர் உயரம் வரை வளி மண்டலத்தால் சூழப்பட்டிருப்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இவ்வளி மண்டலத்தின் அழுத்தம் மேலே போகப்போக மிகவும் குறைகிறது. இருந்தாலும் இது புவியின் ஒவ்வொரு இடத்திலும் அழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது. வளிமண்டல அழுத்தத்தின் அளவு 1 ச.செ. மீட்டருக்கு சுமார் 1034 கிராம் நிறைக்குச் சமமாகும். இது எல்லா இடங்களிலும் ஒரே அளவில் இல்லாமல் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடும். மேலே செல்லச் செல்லக் குறைந்து கொண்டே போகிறது.

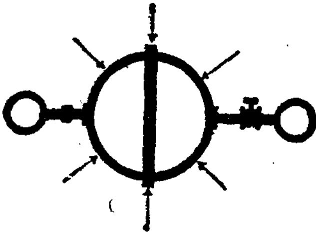
**சோதனை:** ஒரு மட்டமான **விளிம்புடைய** கண்ணாடி டம்ளரை எடுத்துக்கொள். அதை முழுவதும் நீரால் நிரப்பு. அதன் வாயை ஒரு தடித்த காகித அட்டையால் மூடு. ஒரு கையால் காகிதத்தை அழுத்திக் கொண்டு படத்தில் காட்டியதுபோல டம்ளரைத் தலைக் கீழாகக் கவிழ். கையை மெதுவாக எடுத்து விடு. இப்போது

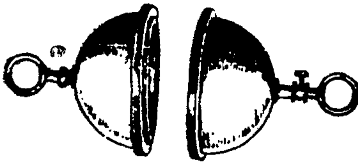


படம் 12-3.
காற்றின் மேல் நோக்கிய அழுத்தம்

காகிதமோ, டம்ளரிலுள்ள நீரோ, கீழே விழுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் வெளிக் காற்று மேல் நோக்கித் தாங்குவதும் அதன் மேல் நோக்கிய அழுத்தம் டம்ளரி லுள்ள நீரின் கீழ் நோக்கிய அழுத்தத்தைவிட அதிக மாயிருப்பதுமே ஆகும்.

வளிமண்டலத்திலுள்ள அழுத்தத்தைக் காட்ட ஜெர்மனியில் **மேக்டிபரிக்** என்னுமிடத்தில் அறிவியல் மேதை **ஆட்டோ வான் கெரிக்** (**Otto Von Guericke**) ஒரு சோதனையை நிகழ்த்திக் காட்டினார். படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற இரு அரைக்கோள வடிவக் கிண்ணங்கள் எடுத்துக் கொள்ளப் பட்டன. இவை நன்கு பொருத்தப்பட்டு அதன் உள்ளிருக்கும் காற்று வெளியேற்றப்பட்டது. அதன் பின் அக் கிண்ணங்களைப் பிரித்தெடுக்க முயற்சி மேற்கொள்ளப் பட்டது. எளிதாகப் பிரிக்க முடியவில்லை. ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் சுமார் 8 குதிரைகளைக் கட்டி இழுக்கச் செய்தபோதுதான் கிண்ணங்களைப் பிரிக்க முடிந்ததாம். இதிலிருந்து வளிமண்டல அழுத்தம் எவ்வளவு அதிகமானது என்பதை அறிந்து கொள்ளலாம்.



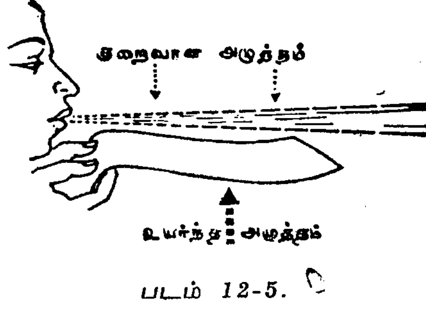


படம் 12-4.
மேக்டிபர்க்கின் அரைக் கோளக் கிண்ணங்கள்

## பெர்னூலியின் தத்துவம்

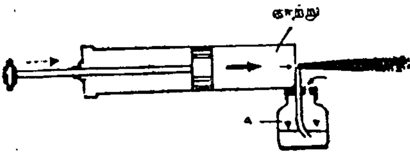
ஒரு நீண்ட காகிதத் துண்டை கையில் எடுத்துக் கொள். படத்தில் காட்டியபடி அதை வாயரு

கில் வைத்துக்கொள். இப்போது அக்காகிதத்தின் மேல் பக்கத்தில் ஊதினால் காகிதத் துண்டு மேலே தூக்கப்பட்டு கிடை மட்டத்தில் ஆடுவதைக் காண லாம். காகிதத் துண்டின் மேலே நாம் ஊதும்போது அங்கு அழுத்தம் குறைந்து, கீழே யுள்ள காற்றின் அதிக அழுத்தம் அதை மேலே தூக்குகிறது. இதிலிருந்து 'ஓடும் பாய் பொருளினுள் உள்ள அழுத்தம், ஓட்டம் மெதுவாக இருக்கும் போது அதிகமாகவும், ஓட்டம் வேகமாக இருக்கும்போது குறை வாகவும் இருக்கும்' என்று நாம் அறிகிறோம். இதுவே பெர்னூலியின் தத்துவமாகும்.




படம் 12-5.
பெர்னூலியின் தத்துவம்

## நுண்துளி இறைக்கும் பம்ப்பு (Spray Pump)




படம் 12-6.
நுண்துளி இறைக்கும் பம்ப்பு

படத்தில் காட்டியிருப்பது போல் காற்று குழாயின் வாயருகில் வேகமாகச் செலுத்தப் படுகிறது. கீழ் முனை நீர்மத்தில் அமிழ்ந்துள்ளது. காற்றின் வேகத்தால் *B* அருகில் அழுத்தம் குறையும். *A*-யில் அழுத்தம் அதிகம். எனவே நீர்மம் மேலேற் றப்பட்டு நுண்துளிகளாகச் சிதறுகிறது.

### வினாக்கள்

1. காற்றுப்பம்பு வேலை செய்வதைப் படத்துடன் விளக்கு.
2. அழுத்தமானிகளின் அமைப்பையும் வேலை செய்யும் விதத்தையும் விவரி.
3. அழுத்தமானிகளின் பயன்கள் யாவை?
4. ஆட்டோ வான் கெரிக் செய்த சோதனையை விவரி.
5. பெர்னூலியின் தத்துவத்தைக் கூறு.

### செய்துபார்

1. இரண்டு எலுமிச்சம் பழங்களைக் கட்டி அவை இரண்டிற்கும் இடையே சிறிது இடைவெளி விட்டு, சம அளவில் தொங்க விடு. அவற்றிற்கிடையே உள்ள காற்றினை வேகமாக வாயால் ஊதும்போது, பழங்கள் நகரும் திசையைக் கவனி. பெர்னூலியின் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் விளக்கம் அளிக்கவும்.

### சென்று பார்

அருகிலுள்ள தொழிற்சாலை, இரயில் நிலையத்திற்குச் சென்று அழுத்த அளவுமானி வேலை செய்வதைக் கவனி.

## 13. வாயுவின் அழுத்தத்தை அளத்தல்

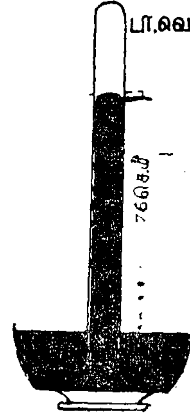
**பாரமானி**

பாரமானி என்பது வளிமண்டல அழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படும் கருவியாகும். இப் பாரமானியை

முதன் முதலில் **டாரிசெல்லி** என்னும் இத்தாலிய அறிவியல் மேதை அமைத்தார். இதில் ஒரு பாதரசத் தம்பம் வளிமண்டல அழுத்தத்தால் தாங்கப் படுகிறது. எனவே பாதரசத் தம்பத்தின் உயரம் வளி மண்டல அழுத்தத்தைக் காட்டும்.

**பாதரச பாரமானியை அமைத்தல்**

**டாரிசெல்லியின் சோதனை:** சுமார் 100 செ.மீ. வரை நீளமும் 5 மி.மீ. முதல் 10 மி.மீ. வரை குறுக்களவும் உள்ள தடித்த சுவருடைய ஒரு முனை மூடப்பட்ட கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக்கொள். அதன் உட்புறத்தை நன்றாக உலர்ந்திருக் கும்படி செய்துக்கொள். குழாய் முழுவதையும் பாதரசத்தால் நிரப்பு. குழாயினுள் காற்றுக் குமிழிகள் ஏதும் இல்லாது பார்த்துக்கொள். திறந்த முனையை ஒரு விரலால் நன்றாக மூடிக்கொண்டு, குழாயைத் தலை கீழாகக் கவிழ்த்து ஒரு கிண்ணத்தி லுள்ள பாதரசத்தினுள் நன்கு அமிழ்ந்திருக்கும்படி வை. விரலை எடுத்து விடு. பாதரச மட்டம் கொஞ்சம் கீழே இறங்கி ஒரு குறிப் பிட்ட உயரத்திற்கு நிற்கிறது. கிண் ணத்திலுள்ள பாதரசமட்டத்திலிருந்து இது சுமார் 76 செ.மீ. இருக்கும். குழாயில் பாதரச மட்டத்திற்கு மேலிருப்பது வெற்றிடமாகும். இதற்கு **டாரிசெல்லியின் வெற்றிடம்** எனப்பெயர்.



படம் 13-1.
பாதரச பாரமானி

பாரமானிக் குழாயிலுள்ள பாதரசத் தம்பத்தின் அழுத்தம், கிண்ணத்திலுள்ள பாதரசத்தின் மேற் பரப்பில் செயற்படும் வளி அழுத்தத்தினால் சரியீடு

செய்யப்படுகிறது. எனவே வளி அழுத்தம் பாதரசத் தம்பத்தின் அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்.

0° சென்டிகிரேட் வெப்பநிலையில் கடல்மட்டத்தில் ஒரு பாரமானியின் பாதரசத் தம்பத்தின் அழுத்தம் 76 செ.மீ. இருக்கும். இதற்குப் **படித்தர வளி அழுத்தம்** (Standard Atmospheric Pressure) எனப் பெயர். இதே பாரமானியில் பாதரசத்திற்குப் பதில் நீரை உபயோகித்தால் அதன் உயரம் 1033.6 செ.மீ. அல்லது 34 அடி ஆகும்.

**வெற்றிடத்தடை**

தற்கால இரயில் பெட்டிகளில் இது ஓர் இன்றியமையாத கருவியாகும். ஒவ்வோர் இரயில் பெட்டியிலும், அபாயச் சங்கிலி இருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இதை இழுத்தால் வண்டி நின்று விடும். இதற்குக் காரணம், இந்த வெற்றிடத் தடைக் கருவியே ஆகும். இதில் காற்றின் அழுத்தம் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இரயில் பெட்டிகளை ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனைவரை ஒரு குழாய் மூலம் இணைத்துள்ளனர். எஞ்சினிலுள்ள ஓட்டுநர் தடையைப் பயன்படுத்தும்போது சக்கரங்களின் மேல் உள்ள வளைவுகள் சக்கரங்களை இழுத்துப்பிடித்து வண்டியை நிறுத்தி விடும். காற்றின் அழுத்தம் மூலமாகவோ அல்லது பகுதி வெற்றிட முறையாலோ இத்தடை ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. அபாயச் சங்கிலியை இழுப்பதன் மூலம் அவ்வண்டியிலுள்ள காற்றின் தொடர்பு துண்டிக்கப்பட்டுச் சக்கரத்தின் மேலுள்ள வளைவுகள் தடையால் அழுத்தப்படுவதால் வண்டி நின்று விடுகிறது. எனவே இதனை ஒரு பாதுகாப்புக் கருவி எனலாம்.

**வெற்றிடத் துப்புரவி**

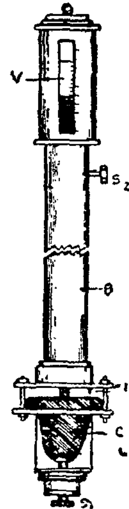
இது வீடுகளிலும், பெரிய தொழிற்சாலைகளிலும் தரையைத் துப்புரவு செய்ய உதவும் ஒரு

கருவி. இதை, கையால் வேண்டிய இடங்களுக்கு நகர்த்திச் செல்வது மிகவும் எளிது. இதன் அடியில் ஒரு பை போன்ற அமைப்புடன் ஒரு மின்சார மோட்டாரைக் கொண்டுள்ளது. மின்சார மோட்டார் வேலை செய்யும் போது பெட்டி போன்ற அமைப்பிலுள்ள காற்று வெளியேற்றப்படுகிறது. தரையிலுள்ள தூசுகள் முதலியன வெளிக்காற்றின் அதிக அழுத்தத்தால் பெட்டிக்குள் தள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறு தூசு முதலியன பெட்டிக்குள் உறிஞ்சப்பட்டு அகற்றப்படுகின்றன.

### ஃபார்டின் பாரமானி

இது வளிமண்டலத்தின் அழுத்தத்தை நேரடியாக அளக்க உதவும் கருவி. இது டாரிசெல்லி பாரமானியின் திருத்தப்பட்ட ஓர் அமைப்பாகும். இதிலுள்ள மிக நுட்பமான அமைப்பின் மூலம் மிகத் துல்லியமாக அளவுகளைக் காணலாம்.

சுமார் 90 செ.மீ. முதல் 100 செ.மீ. வரை நீளமும் 5 மி.மீ. முதல் 10 மி.மீ. வரை குறுக்களவும் உள்ள ஒரு முனை மூடப்பட்ட தடித்த சுவருடைய கண்ணாடிக் குழாய் திறந்த முனை கீழே இருக்குமாறு செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்முனை $C$ என்ற பாதரசத்தினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இப் பாதரசம் மலையாட்டுத் தோலினாலான $L$




படம் 13-2.
ஃபார்டின் பாரமானி

$L$-தோல் பை $S_1$, $S_2$-திருகுகள்
$V$-வெர்னியர் $B$-பித்தளைக் குழாய்
$C$-பாதரசம்

என்ற பையினுள் உள்ளது. பாதரசமட்டத்தை மேலும் கீழும் நகர்த்திச் சரிசெய்ய $S_1$ என்ற திருகு பயன்படுகிறது. இத்திருகினால் கிண்ணத்தை நகர்த்த, கிண்ணத்தின் அடியில் பொறுத்தப்பட்டுள்ள தந்தக் குறியின் முனை பாதரசமட்டத்தைத் தொடுமாறு செய்யலாம். கிண்ணத்தின் மூடியிலுள்ள துளைகளின் வழியாக வளி அழுத்தம் செயற்படும். இப்பாரமானிக் குழாய் $B$ என்ற பித்தளைக் குழாயால் மூடப்பட்டிருக்கும். இதன் மேற்பகுதியிலுள்ள நீண்ட சதுரத்துளை வழியாகக் கண்ணாடிக் குழாயிலுள்ள பாதரசமட்டத்தைக் காணமுடியும். இத்துளையின் இரு விளிம்புகளிலும் சுமார் 68 செ.மீ. முதல் 82 செ.மீ. உயரம் வரையிலும் அளவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இப்பாரமானிக் குழாயைச் சுற்றி மேலும் கீழும் நகருமாறு மற்றொரு குழாய் இத்துளையிலுள்ளது. இது $S_2$ என்ற திருகினால் மேலும் கீழும் நகர்த்தப்படுகிறது. இதில் $V$ என்ற வெர்னியர் அளவீடுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இத்துளையின் பின்புறம் பொருத்தப்பட்டுள்ள வெள்ளைக் கண்ணாடியின் உதவியால் குறியீடுகளை எளிதாகக் காணலாம்.

### வளி அழுத்தம் கணக்கிடுதல்

(1) கீழேயுள்ள திருகின் $S_1$ உதவியால் கிண்ணத்திலுள்ள பாதரசமட்டம் தந்தக்குறி முள்ளின் முனையைச் சற்றே தொடும்படி செய். இதற்குத் தந்தக் குறியும் பாதரசத்தில் அதன் பிம்பமும் தொட்டுக் கொண்டிருப்பது போலத் தோன்றுவது உதவும்.

(2) மேலேயுள்ள திருகாணியின் $S_2$ உதவியால் வெர்னியரின் நிலையை உயர்த்தி அதன் சுழியினை பாதரச மட்டத்தைத் தொடுமாறு சரி

செய்ய வேண்டும். இப்போது அளவீடுகளை எடுத்தால் வளிமண்டல அழுத்தத்தை .01 செ.மீ சுத்தமாகக் கணக்கிட முடியும். பாதரச மட்டத்தை அளக்கும்போது இடமாறு தோற்றப்பிழை இல்லாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

**பாரமானி நீர்மமாகப் பாதரசம் உபயோகிக்கப்படுவது ஏன்?**

(1) பாதரசத்தின் அடர்த்தி அதிகமாதலால் (13.6) மற்ற நீர்மப் பாரமானிகளின் உயரத்தை விடப் பாதரசப் பாரமானியின் உயரம் மிகவும் குறைவானது (நீர்ப் பாரமானியின் உயரம் என்ன என முன்பு பார்த்தோமல்லவா?)

(2) பாதரசம் எளிதில் சுத்தமாகக் கிடைக்கிறது.

(3) அது கண்ணாடியில் ஒட்டுவதில்லை.

(4) அது பளபளப்பாக இருப்பதால் அதன் மேற்பரப்பு கண்ணாடி வழியாகத் தெளிவாகத் தெரியும்.

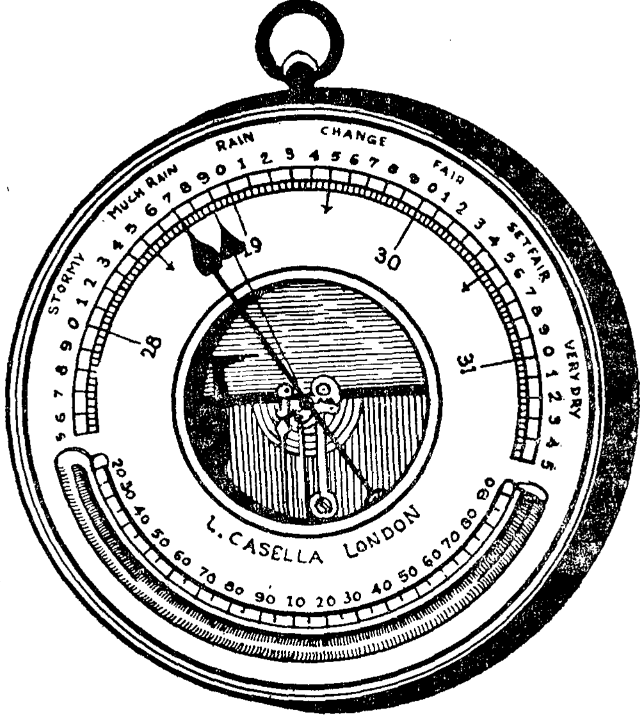
(5) சாதாரண வெப்பநிலையில் பாதரசம் ஆவியாவதில்லை. எனவே அதன் ஆவி அழுத்தம் மிகக்குறைவு.

**அனிராய்டு பாரமானி**

இது நீர்மம் இல்லாத பாரமானியாகும். இதன் அமைப்பு ஒரு கடிகாரம் போன்றுள்ளது. இதனை எளிதாக எங்கும் எடுத்துச் செல்லலாம்.

இதில் உலோகத்தாலான ஒரு பெட்டி உள்ளது. இப்பெட்டியின் முன்புறம் வளையங்கள் போன்ற மேடுபள்ளங்கள் கொண்ட மெல்லிய தகட்டினால் மூடப்பட்டுள்ளது. பெட்டியினுள் உள்ள காற்றின் பெரும் பகுதி தகட்டினால் மூடப்பட்டுள்ளது. பெட்டி

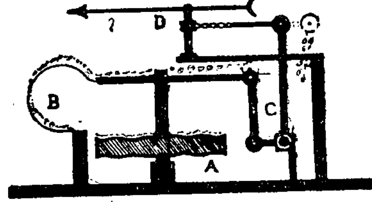
யினுள் உள்ள காற்றின் பெரும் பகுதி நீக்கப் பட்டிருக்கும். வெளிக் காற்றின் அழுத்தத்தால் முன்புறத்தகடு மேல் நோக்கியோ உள்நோக்கியோ தள் ளப்படும். இதில் ஒரு நெம்புகோல் வேலை செய்வதைப்




படம் 13-3.
அனிராய்டு பாரமானி

படத்தில் காணலாம். *BD* என்பது *C* ஐச் சுற்றிச் சுழலும் ஒரு நெம்புகோல் *AD* என்ற உலோகக் குச்சி மெல்லிய தகட்டின் மேல் செங்குத்தாகப் பொருத் தப்பட்டுள்ளது. வெளிக்காற்றின் அழுத்தம் அதிக மானால் இத்தகடு உள்நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. இதனால் *B* கீழே இறங்கும். அளவு கோலின் மேல் முனை *D* மேலே ஏறும். வெளிக்காற்றின் அழுத்

தம் குறைந்தால் *AB* மேலே தள்ளப்படும். *D* கீழே இறங்கும். தகடும் மத்திய பாகமும் பல நெம்பு கோல்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கடைசி நெம்புக்கோல் ஒரு முள்ளுடன் பொருத் தப்பட்டுள்ளது. முள் ளின் முனையிலுள்ள வட்டமான முன் புறத் தகட்டில் அளவீடுகள் குறிக்கப் பட்டுள்ளன. எனவே, வெளிக் காற் றின் அழுத்தத்திற்கேற்றவாறு தகடு மேலோ, கீழோ தள்ளப்பட்டு அதற்கேற்ப முள் நகர்ந்து அழுத்தத்தைக் காட்டும்.




படம் 13-4.
நெம்புகோல் வேலை செய்யும் விதம்

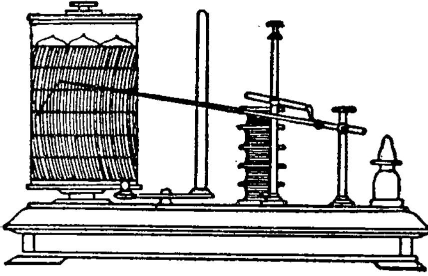
**உயரம் காணப் பாரமானி பயன்படுதல்**

பாரமானியைக் கொண்டு ஓரிடத்தின் உயரத் தைக் கணக்கிடலாம். இப்பொழுது அதற்கு **உயர மானி** என்று பெயர். கடல் மட்டத்தில் வளி மண்டல அழுத்தம் 76 செ.மீ. எனப் பார்த்தோம். இதி லிருந்து உயரே சென்றால் ஒவ்வொரு 305 மீட்டர் உயரத்திற்கும் அழுத்தம் 2.5 செ.மீ. குறையும். இது போலவே சுரங்கத்தினுள் சென்றால் ஒவ்வொரு 305 மீட்டர் ஆழத்திற்கும், அழுத்தம் 2.5 செ.மீ. அதிகமாகிறது. காற்றில் நீராவி அதிகமிருப்பின், காற்றின் அழுத்தம் குறையும். எனவே பாரமானியின் உதவியால், காற்றின் அழுத்தம் குறைந்தால் மழை வரும் என்றும், திடீரென அழுத்தம் குறைந்தால் பெரும் புயல் வருமெனவும் முன்கூட்டியே அறியலாம்.

**வளி அழுத்த வரைவி**

இதில் ஓர் அனிராய்டு பாரமானி அமைப்பு உள்ளது. இதில் அனிராய்டு பாரமானி போல் அல்லாது

முள் மேலும் கீழும் அசையும். வளி அழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது முள் மேலே செல்லும். குறையும் போது முள் கீழே செல்லும். இதில் வரைதாள் சுற்றப்பட்ட ஓர் உருளை போன்ற அமைப்பு உள்ளது. குறிமுள்ளின் முனை வளி அழுத்த மாறுபாட்டிற்கேற்ப வரைதாளின் மேல் கோடுகளை வரையும். இவ்வுருளை ஒரு நாளைக்கு ஒரு சுற்று சுற்றும். எனவே ஒரு நாளின் வளி அழுத்த மாறுபாடுகளை வரைதாளில் காணலாம். நாள்தோறும் வரைதாள் மாற்றப்படும். சில வரைவிகளில் வாரத்திற்கு ஒரு முறை வரைதாள் மாற்றப்படும்.



படம் 13-5.
வளி அழுத்த வரைவி

## வினாக்கள்

1. டாரிசெல்லியின் வெற்றிடம் என்பது யாது?
2. வெற்றிடத் தடை வேலை செய்வதை விளக்கு.
3. வெற்றிடத் துப்புரவி வேலை செய்வதை விவரி.
4. ஃபார்டின் பாரமானியில் பாரமானி நீர்மமாக ஏன் பாதரசம் பயன்படுத்தப்படுகிறது?
5. ஃபார்டின் பாரமானியின் அமைப்பை விவரி.
6. அனிராய்டு பாரமானியின் அமைப்பை விவரி.
7. வளிமண்டல அழுத்தத்தை அறிவதால் என்ன பயன்?

## செய்து பார்

சோதனைச் சாலையிலுள்ள ஃபார்டின் பாரமானியின் உதவியால் வளி அழுத்தத்தை ஒரு வாரத்துக்குக் குறித்துக் கொண்டுவா. அதன் அடிப்படையில் நாள் தோறும் வெளியிடப்படும் வானிலைக் குறிப்புகளுடன், வானிலையை ஒப்பிட்டுப் பார்.

## சென்று பார்

நுங்கம்பாக்கம், மீனம்பாக்கம் வானோக்கு நிலையங்களுக்குச் சென்று அங்கு நடைபெறுவதைக் கண்டுவா.

# III. வெப்பவியல்

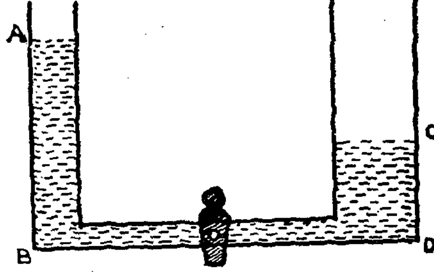
## 14. வெப்பவியல்

**வெப்ப அளவு**

வெப்பம் ஒரு வகை ஆற்றல் என்றும், அது ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொன்றுக்குப் பரவும் தன்மையுடையது என்றும் முன்பே அறிந்திருக்கிறீர்கள். இங்கே வெப்பத்தை அளக்கும் முறையைப் பார்ப்போம். ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்திலுள்ள நீருடன் மேலும் நீரைச் சேர்த்தால் அதன் மட்டம் உயருகிறது. அதுபோலவே, ஒரு குறித்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிற்கு மேலும் வெப்பத்தைச் சேர்த்தால், அப்பொருளின் வெப்பநிலை உயருகிறது.

200 கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1° செ. உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பமானது, 100 கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1° செ. உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தைப் போல் இருமடங்கு வெப்பம் தேவைப் படும். அதே 100 கிராம் நீரை 4° செ. வெப்பநிலைக்கு உயர்த்த நான்கு மடங்கு வெப்பம் தேவைப்படும். நீருக்குப் பதிலாக வேறு ஒரு பொருளை எடுத்துக் கொண்டால் 100 கிராம் பொருளின் வெப்பநிலையை 1° செ. உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பம் 100 கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1° செ. உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்திலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும். எனவே ஒரு பொருளின் வெப்பத்தின் அளவு அதன் நிறையையும், உயர்த்தப்படவேண்டிய வெப்பநிலையையும், அப்பொருளின் தன்மையையும் பொறுத்திருக்குமென அறியலாம்.

படத்தில் *AB* என்பது குறைந்த குறுக்களவும் *CD* என்பது அதிக குறுக்களவும் உள்ள இரு கண்ணாடிக் குழாய்கள். இவை இரண்டும் திருகு அடைப்பான் கொண்ட இணைப்புக் குழாயினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அடைப்பானை மூடிவிட்டு இரண்டிலும் தண்ணீரை விட்டால் ஒவ்வொன்றிலும் உள்ள நீர்மட்டம் வெவ்வேறாக இருக்கும். திருகைத் திறந்துவிட்டால் இரண்டு குழாய்களிலும் நீர் ஒரே மட்டத்திலிருக்கும். நீர்மட்டம் இரண்டிலும் ஒன்று போல் இருந்தாலும் அவற்றினுள் நீரின் பரும அளவுகள் சமமாயிரா. திருகைத் திறக்கும் போது அதிக உயரமுள்ள பக்கத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்கு நீர் பாயும்.




படம் 14·1.

வெப்ப அளவு-பொருளின் நிறை ஒப்பிடுதல்

*AB*-குறைந்த குறுக்களவுக் குழாய்

*CD*-அதிகக் குறுக்களவுக் குழாய்

இதுபோலவே, 50° செ.-லுள்ள 100 கிராம் நீரை 40° செ.-லுள்ள 200 கிராம் நீருடன் கலந்தால், உயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள 100 கிராம் நீர் குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள 200 கிராம் நீருக்கு, இரண்டின் வெப்பநிலையும் சமமாகும் வரை வெப்பத்தைக் கொடுக்கும். இதிலிருந்து வெப்ப நிலை என்பது நீரின் மட்டத்திற்கும், வெப்ப அளவு நீரின் பரும அளவிற்கும் இணையானதாகக் கூறலாம். எனவே **வெப்பநிலை வேறு, வெப்ப அளவு வேறு** என்பதை அறியலாம்.

**வெப்பத்தின் அலகு**

**இது 1 கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1° செ. உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவோ அல்லது 1° செ. குறைக்கும் போது வெளிவிடப்படும் வெப்பத்தின் அளவோ ஆகும்.** இந்த வெப்ப அலகு, ஒரு **கலோரி** எனப்படும்.

ஆங்கில முறையில் இந்த வெப்ப அலகு **ஆங்கில வெப்ப அலகு (British thermal unit)** ஆகும். இது 1 பவுண்டு நீரின் வெப்பநிலையை 1° ஃபாரன்ஹீட் உயர்த்தவோ குறைக்கவோ தேவைப்படும் வெப்ப அளவாகும்.

80° செ.-லுள்ள 100 கிராம் நீரை எடுத்துக் கொள். அதை 50° செ.லுள்ள 200 கிராம் நீருடன் சேர்த்து அதை மெதுவாகக் கலக்கு. கலவையின் வெப்பநிலையைக் காண். அது 60° செ. ஆக இருக்கும். இப்பொழுது, 100 கிராம் நீர் 80° செ.லிருந்து 60° செ.-க்குக் குறைந்துள்ளது. அது போலவே 200 கிராம் நீர் 50° செ.லிருந்து 60° செ.க்கு உயர்ந்திருக்கிறது.

100 கிராம் நீர் 80° செ.-லிருந்து 60° செ.க்குக் குறைய வெளிவிடும் வெப்ப அளவு $= 100 \times (80-60) = 100 \times 20 = 2000$ கலோரிகள்.

200 கிராம் நீர் 50° செ.லிருந்து 60° செ.க்கு உயர எடுத்துக் கொண்டிருக்கும் வெப்ப அளவு $= 200 \times (60-50) = 200 \times 10 = 2000$ கலோரிகள்.

இதிலிருந்து வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள நீர் வெளிவிடும் வெப்பமும், வெப்பநிலை குறைவாக உள்ள நீர் எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பமும் சமம் என்று அறிகிறோம். இதையே **கலவையின் விதி (Principle of Mixtures)** என்பர். அதாவது இந்த உண்மை நீருக்கு மட்டுமல்லாமல் எல்லாப் பொருள்

களுக்கும் பொருந்தும். அதாவது, உயர்ந்த வெப்பநிலை யிலுள்ள ஒரு பொருள் குறைந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள மற்றொரு பொருளுடன் கலக்கப்படும் போது, உயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள் இழக்கும் வெப்பமானது குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள் ஏற்கும். வெப்பத் திற்கு சமமாகும்.

## வெப்ப எண் (Specific Heat)

நம் வீடுகளில் பால் காய்ச்சும்போது திடீரென்று பால் பொங்கி மேலே வந்தால் ஒரு கரண்டியை அதனுள் போடுவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். பாலி லிருந்து கொஞ்சம் வெப்பத்தை எடுத்துக்கொண்டு கரண்டி சூடடைகிறது. வெவ்வேறு வெப்பநிலை யிலுள்ள இரு பொருள்கள் ஒன்றோடு ஒன்று கலந் தால் அவை, இரு பொருள்களின் வெப்பநிலை களுக்கு இடைப்பட்ட ஒரு வெப்பநிலையை அடையும் என்பதைப் பார்த்தோம். வேறு எவ்வகையிலும் வெப்பம் சுற்றுப்புறங்களில் இழக்கப்படாமலிருந்தால் சூடான பொருள் அடையும் வெப்ப இழப்பு குளிர்ந்த பொருள் அடையும் வெப்ப இலாபத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, 100° செ. வெப்பநிலையிலுள்ள 10 கிராம் தாமிரத் துண்டை 0° செ.லுள்ள 10 கிராம் நீருடன் கலந்தால் கிடைக்கும் கலவையின் வெப்பநிலை 9° செ. என்று கொள்வோம். இச் சோதனையால் தாமிரம் தன் வெப்பநிலையை 91° செ.க்கு (100-9) குறைத்துக் கொண்டு அதன் நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை 9° செ. தான் உயர்த்த முடிகிறது. எனவே 1 கிராம் தாமிரம் 1° செ. குறையும்போது வெளிவரும் வெப்பம், 1 கிராம் நீர் 1° செ. குறை யும்போது வெளிவரும் வெப்பத்தைவிட மிகக் குறைவு என்பதை அறியலாம்.

ஒரே நிறையுள்ள ஓர் இரும்புத் துண்டையும், அலுமினியத் துண்டையும் எடுத்துக்கொள். அவற்றின் வெப்பநிலையை 100° செ.க்கு உயர்த்து. இரண்டையும் சம அளவுள்ள இரு பனிக்கட்டித் துண்டுகளின் மீது வை. அலுமினியம் இரும்பைக் காட்டிலும் அதிகஅளவு பனிக்கட்டியை உருகச் செய்வதைக் காணலாம். இரு பொருள்களும் 100° செ. லிருந்து 0° செ.க்குக் குறைந்தாலும் அலுமினியம் இரும்பைக் காட்டிலும் அதிக அளவு வெப்பத்தை வெளிவிடுகிறது. இதுபோலவே அலுமினியத்தை 100° செ.க்கு உயர்த்தவும், இரும்பைக் காட்டிலும் அதிக வெப்பம் தேவைப்படும். பற்பல சோதனைகள் மூலம் வெவ்வேறு பொருள்களுக்கும் அவற்றின் 1 கிராம் நிறையின் வெப்பநிலையை 1° செ. உயர்த்த வெவ்வேறு வெப்பம் தேவைப் படுகிறது என்று கண்டறியப்பட்டிருக்கிறது. இதனையே ஒரு பொருளின் **வெப்ப எண்** என்கிறோம்.

**ஒரு கிராம் பொருளை அதன் வெப்பநிலையில் 1° செ.க்கு உயர்த்த எவ்வளவு கலோரி வெப்பம் தேவைப்படுகிறதோ, அதையே அப்பொருளின் வெப்ப எண் என்கிறோம்.**

*சில முக்கியமான பொருள்களின் வெப்ப எண்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன:*

| பொருள் | வெப்ப எண் | பொருள் | வெப்ப எண் |
|---|---|---|---|
| நீர் | 1.0 | தாமிரம் | 0.091 |
| பனிக்கட்டி | 0.5 | வெள்ளி | 0.055 |
| அலுமினியம் | 0.22 | பாதரசம் | 0.033 |
| இரும்பு | 0.11 | | |

அட்டவணையிலிருந்து இரும்பின் வெப்ப எண் 0.11 என்பதால் 1 கிராம் இரும்பின் வெப்பநிலையை 1° செ உயர்த்த 0.11 கலோரி வெப்பம் தேவை என அறிகிறோம். 1 கிராம் அலுமினியத்தின் வெப்ப நிலையை 1° செ. உயர்த்த 0.22 கலோரி அதாவது இரும்பைக் காட்டிலும் இருமடங்கு வெப்பம் தேவை எனக் காணலாம். இது போலவே 1 கிராம் இரும்பு 1° செ. குளிரும்பொழுது 0.11 கலோரி வெப்பத்தை வெளிவிடுகிறது.

நீரின் வெப்ப எண் மற்ற எல்லாப் பொருள்களின் வெப்ப எண்களைவிட அதிகம். பொருளின் வெப்ப எண் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைவாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அது எளிதில் வெப்பமடையும் அல்லது வெப்பத்தை வெளிவிடும்.

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மண் பாத்திரத்தில் ஓரளவு நீரையும், ஓர் உலோகப் பாத்திரத்தில் அதே அளவு நீரையும் எடுத்துக்கொள். இரண்டையும் அறையின் வெப்பநிலையிலிருந்து 10° செ. உயர்த்து. மண்பாண்டம் இதற்கு 10 நிமிடம் எடுத்துக்கொண்டால் உலோகப் பாத்திரம் அதைவிட மிகக் குறைந்த நேரம் எடுத்துக்கொள்ளும். ஏனென்றால் உலோகப் பாத்திரத்தின் வெப்ப எண் மண்பாண்டத்தைவிடக் குறைவு. மண், கல், கண்ணாடி போன்றவை வெப்பத்தை எளிதில் ஏற்றுக்கொள்வதுமில்லை. அவை ஏற்ற வெப்பத்தை எளிதில் வெளிவிடுவதுமில்லை. கண்ணாடி முகவையில் வைக்கப்பட்டுள்ள சூடான பானங்கள் அதிக வெப்பநிலையில் இருந்தாலும் கண்ணாடி அந்த வெப்பநிலையை உடனே அடைந்து விடுவதில்லை.

## உள்ளுறை வெப்பம் (Latent Heat)

ஒரு பொருளுக்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம் சில சமயங்களில் அதன் வெப்பநிலையை உயர்த்திக்

கொண்டே இருப்பதில்லை. இவ்வாறு செலுத்தப் படும் வெப்பம் பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த் தாமல் அதன் நிலையை மாற்றப் பயன்படுகிறது.

ஒரு திண்மப்பொருள் உருகும்போது, ஒரு குறிப் பிட்ட வெப்பநிலையில் சில குறிப்பிட்ட நிபந்தனைக் குட்பட்டு, அது நீர்மமாக நிலைமாற்றம் அடை கிறது. இப்பொழுது அப்பொருளுக்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பம், வெப்பநிலைமானியில் வெப்ப உயர்வைக் காட்டாது. பொருள் முழுவதும் உருகும் வரை நிலைமாற்றத்திற்கே இவ்வெப்பம் முழுவதும் பயன் படும். இவ்வெப்பத்தினை அப்பொருள்களின் உருகு தலின் உள்ளுறை வெப்பம் (Latent heat of fusion) என்கிறோம்.

**சோதனை:** ஒரு முகவையில் பாதியளவு பனிக்கட்டித் துண்டுகளை எடுத்துக்கொள். அவற்றின் நடுவே குமிழ் இருக்கும்படி ஒரு சென்டிகிரேடு வெப்பநிலைமானியைச் செருகு. அது இப்போது 0° செ.யைக் காட்டும். அறையின் வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பதால் பனிக்கட்டி சுற்றுப்புறக் காற்றிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்துக்கொண்டு உருகும். ஆனால் இது வெப்பநிலைமானியில் தெரிவதில்லை. முகவையிலுள்ள பனிக்கட்டி முழுவதும் உருகி நீராக மாறும் வரை, வெப்பநிலைமானி 0° செ. ஐயே காட்டுகிறது. இவ்வாறு வெப்பநிலைமானி யினால் காட்டப்படாமல் பனிக்கட்டி தன் நிலையி லிருந்து (திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கு) மாறுபட எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பம் பனிக்கட்டியின் உள்ளுறை வெப்பம் ஆகும்.

0° செ.-லுள்ள 1 கிராம் பனிக்கட்டி அதே வெப்பநிலையில் உருகி 1 கிராம் நீராக மாறுவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்திற்குப் பனிக்கட்டியின்

**உருகுதலின் உள்ளுறை** வெப்பம் என்று பெயர். இதன் மதிப்பு 80 கலோரிகளாகும்.

இதுபோலவே, நீர்மநிலையிலுள்ள ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்த வெப்பத்தைச் செலுத்தினால், அதன் வெப்பநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை உயர்ந்து கொண்டே போகிறது. அதன் பிறகு அதற்கு செலுத்தப்படுகின்ற வெப்பம் அதன் வெப்பநிலையை மாற்றாமல் அதன் நிலையை (நீர்மநிலையிலிருந்து வாயுநிலைக்கு) மாற்றப் பயன் படுகிறது. இதற்கு **ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம்** (Latent heat of Vaporisation) எனப் பெயர்.

**சோதனை:** ஒரு முகவையில் பாதியளவு நீர் எடுத்துக்கொள். அதில் ஒரு சென்டிகிரேடு வெப்பநிலைமானியை வை. முகவையை வெப்பப் படுத்து. வெப்பநிலை சிறிது சிறிதாக உயர்ந்து கொண்டே வருகிறது. இப்பொழுது வெப்பநிலை 100° செ.க்கு வந்ததும் வெப்பநிலை மாறாமல் இருக்கிறது. இப்போது நாம் செலுத்தும் வெப்பம் வெப்ப நிலைமானியில் காட்டப்படுவதில்லை. அவ்வெப்பம் முழுவதும் பொருள் நீர்மநிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு மாற (நிலை மாற்றத்திற்குப்) பயன்படு கிறது. இதுவே **நீராவியின் உள்ளுறை வெப்பம்** ஆகும்.

**100° செ. வெப்பநிலையிலுள்ள 1 கிராம் நீர் அதே வெப்பநிலையில் 1 கிராம் நீராவியாக மாற எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்திற்கு நீராவியின் உள்ளுறை வெப்பம்** எனப் பெயர். இதன் மதிப்பு 536 கலோரிகளாகும்.

திண்மப்பொருள் நீர்மப்பொருளாகவும், நீர்மப் பொருள் வாயுப்பொருளாகவும் மாற வெப்பம் எடுத்துக் கொள்ளப்படுவது போலவே வாயுப்

பொருள் நீர்மப்பொருளாகவும் நீர்மப்பொருள் திண்மப்பொருளாகவும் மாறும் போது, இதே அளவு வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது.

**வினாக்கள்**

1. கலோரி என்பது யாது?
2. கலவை விதியைக் கூறு.
3. வெப்ப எண் என்றால் என்ன?
4. தாமிரத்தின் வெப்ப எண் 0.091 என்பதால் நாம் அறிவது என்ன?
5. வெப்ப எண் வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெவ்வேறாக இருக்கும். இதனைக் காரணங் களுடன் விளக்கு.
6. உள்ளுறை வெப்பம் என்பது யாது?
7. உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம், ஆவி யாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் - வரையறு.
8. பனிக்கட்டியின் உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் 80 கலோரிகள் என்றால் நீ அறிவது யாது?
9. நீராவியின் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் எவ்வளவு?

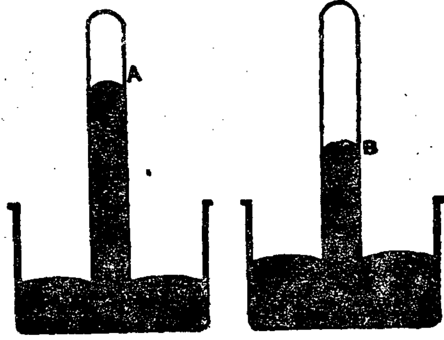
## 15. ஆவி அழுத்தம்

### நிறைசெறிவு ஆவி அழுத்தம் (Saturated Vapour Pressure)

புழுக்கமாக இருக்கும் நாள்களில் அநேகமாக மழை வரக்கூடும் என்று கூறுவதைக் கேட்டிருக்

கிறோம். இதன் காரணத்தைப் புரிந்து கொள்ள ஆவியாதல் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

**சோதனை:** படத்திலுள்ளது போன்று *A*, *B* என்ற இரு பாதரச பாரமானிகளை எடுத்துக் கொள். இரண்டிலும் பாதரசமட்டத்திற்கு மேல் வெற்றிடம் இருப்பது தெரிந்ததே. இப்பொழுது *B* பாதரசப் பாரமானிக் குழாயினுள் ஒரு வளைந்த பிப்பெட்டின் உதவியால், சிறிது சாராயத்தைச் செலுத்து. சாராயம் பாதரசத்திற்கு மேல் வந்தடைந்து, ஆவியாகிறது. இதனால் பாதரச மட்டம் சற்று கீழே இறங்கும். *A*, *B* இவை இரண்டிலுமுள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசம் சாராய ஆவியின் அழுத்தம் ஆகும். சிறிது சிறிதாகச் சாராயத்தை மேலும் செலுத்தினால் அது ஆவியாகிப் பாதரசத்தைக் கீழே அழுத்தும். சாராய ஆவியின் அழுத்தம் மேலும் அதிகரிக்கும். ஒரு நிலையில் உட்செலுத்தப்பட்ட சாராயம் மேலும் ஆவியாகாமல் பாதரசமட்டத்திற்கு மேல் நீர்மநிலையிலேயே நிற்கும். சாராய ஆவியின் அழுத்தம் இதற்கு மேல் போவதில்லை. ஒரு பெரும நிலையை அடைந்து விட்டது. இப்போது அந்த வெப்பநிலையில் எவ்வளவு சாராயம் ஆவியாக முடியுமோ அவ்வளவு சாராயம்




படம் 15-1.
நிறை செறிவு ஆவி அழுத்தம்
*A*, *B*-பாதரச பாரமானிக் குழாய்கள்

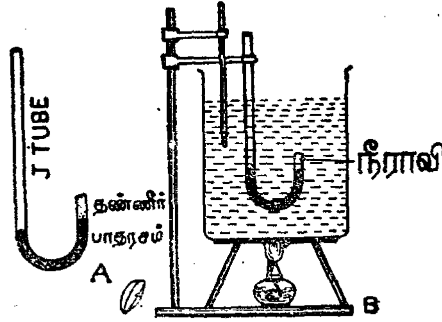
ஆவியாகி பாதரசமட்டத்திற்கு மேல் நிரம்பி விட்டது. ஆகவே அந்த இடம் சாராய ஆவியின் நிறைசெறிவு நிலையில் (Saturation) உள்ளது என்கிறோம்.

இதே சோதனையை நீர், ஈதர்போன்ற வேறு நீர்மங்களைக் கொண்டு திரும்பச்செய்தால் **வெவ் வேறு நீர்மங்கள் வெவ்வேறு ஆவி அழுத்தம்** கொண்டவை என்பதைக் காணலாம். இப்போது பாதரச பாரமானிக் குழாயைச் சற்று உயர்த்து. நிறை செறிவு ஆவியின் பரும அளவு அதிகரிக்கும். ஆனால் பாதரச மட்டத்தின் உயரம் மாறுவதில்லை. இதனால் **நிறைசெறிவு ஆவியின் அழுத்தம் பரும அளவைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை** என அறிகிறோம். பாத ரசத்தின் மேலுள்ள நீர்மம் ஆவியாகிப் பரும அளவு அதிகரிப்பதை ஈடு செய்து அழுத்தத்தை மாறாமல் இருக்கச் செய்கிறது. மாறாக பாரமானிக்குழாயைச் சற்று கீழே தாழ்த்தினால் மேலுள்ள ஆவி நீர்ம மாகச் சுருங்கி நிறைசெறிவு ஆவியின் அழுத்தத்தை மாறாமல் இருக்கச் செய்கிறது. இதிலிருந்து ஒரு குறிப்பட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு நீர்மத்தின் நிறை செறிவு ஆவியின் அழுத்தம் பரும அளவைப் பொறுத்து மாறுபடுவதில்லை என அறியலாம்.

**நிறைசெறிவு ஆவி அழுத்தமும் வெப்பநிலையும்**

இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர் புடையவை. வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளிலும் நிறை செறிவு நிலையிலுள்ள ஓர் ஆவியின் அழுத்தத்தை ஓர் எளிய கருவியின் உதவியால் கண்டுபிடிக்கலாம். படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் ஒரு *J* வடிவக் கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக்கொள். அதன் வளைந்த பகுதியை பாதரசத்தினால் நிரப்பு. மூடிய புயத்திலுள்ள பாதரசத்தின் மேல் சிறிது நீரைச் செலுத்து. திறந்த முனையிலுள்ள பாதரசமட்டம்

மூடிய முனையைவிடச் சிறிது குறைவாக இருக்க வேண்டும். இவ்வமைப்பை ஒரு முகவையிலுள்ள நீரில் மூடிய முனை முழுவதும் நீர் மட்டத்திற்குள் இருக்குமாறு வை. இப்போது மூடிய முனை புயத்தில் நீரும் அதன் நிறை செறிவு ஆவியும் இருக்கும்.




படம் 15-2.
நிறை செறிவு ஆவி அழுத்தமும் வெப்பநிலையும்'

இந்த அமைப்பைச் சிறிது சிறிதாக வெப்பப் படுத்து. வெப்பநிலை உயரஉயர மூடிய முனையிலுள்ள பாதரசமட்டம் இறங்கிக் கொண்டே வரும். இதிலிருந்து J வடிவக் குழாயின் மூடிய முனையிலுள்ள ஆவி அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது என்பதைக் காண லாம். முகவையிலுள்ள நீர் கொதிக்கும்பொழுது J வடிவக் குழாயினுள் நிறைசெறிவு ஆவியின் அழுத்தம் நீரின் கொதி நிலையில் உள்ள அழுத்த மாகும். இப்பொழுது இரு புயங்களிலும் பாதரச மட்டங்கள் சமமாக இருக்கும்.

இதிலிருந்து ஒரு நீர்மத்தின் கொதிநிலையில் அதன் ஆவியின் அழுத்தம் வெளிக்காற்றின் அழுத்தத் திற்குச் சமம் என அறியலாம். வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க நிறைசெறிவு ஆவியின் அழுத்தம் அதிகரிக் கிறது.

எனவே இரு நீர்மத்தின் நிறைசெறிவு ஆவியின் அழுத்தம், அது அடைத்துக்கொண்டிருக்கும் பரும அள

வைப் பொருத்திருக்காமல் வெப்பநிலையை மட்டுமே பொருத்திருக்கும்.

ஒப்பு ஈரப்பதன் (Relative Humidity)

கடல், ஏரி, குளம் போன்ற நீர் நிலைகளிலுள்ள நீர் ஆவியாகிக் கொண்டே இருக்கும். இதனால் காற்றில் எப்பொழுதும், ஓரளவிற்கு நீராவி கலந்திருக்கும். மழை நாள்களில் இதன் அளவு நிறைசெறிவு நிலையில் இருக்கும். மற்ற நாள்களில் அவ்வாறு இருக்காது.

வெயில் நேரங்களில் ஓர் ஈரத்துணியிலிருந்து நீர் விரைவாக ஆவியாவதைக் கண்டிருப்பீர்கள். நிறைசெறிவு இல்லாத நிலையில் காற்றில் நீராவி இருந்தால் அப்போது நீர் விரைவாக ஆவியாகும். ஆனால் மழை நாள்களில் காற்றில் நீராவியின் அளவு, நிறைசெறிவு நிலையில் இருப்பதால் நீர் மெதுவாக ஆவியாகும். இதற்குமுன் ஆவி நிறைசெறிவு நிலை அடைவது வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது என்று பார்த்தோம். எனவே நீர் ஆவியாதலின் வேகம் காற்றில் ஒரு குறிப்பிட்ட பருமஅளவுள்ள நீராவியையும், வெப்பத்தையும் பொறுத்திருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட பருமஅளவில், ஆவியின் அளவு குறைவாகவும் வெப்பநிலை அதிகமாகவும் இருந்தால் அது நிறைசெறிவு நிலைக்கு வெகு தாழ்வாக இருக்கும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட பருமஅளவுள்ள காற்றிலுள்ள நீராவியின் நிறைக்கும் அவ்வெப்பநிலையில் அதே பருமஅளவுள்ள காற்றை நிறைசெறிவாக்கத் தேவைப்படும் நீராவியின் நிறைக்குமுள்ள விகிதமே ஒப்பு ஈரப்பதன் எனப்படும். காற்றிலுள்ள நீராவியின் நிறையும் அதனால் ஏற்படும் அழுத்தமும் நேர்விகிதத்தில் உள்ளன. எனவே காற்றிலுள்ள நீராவியின் அழுத்தத்திற்கும் அதே வெப்ப

**நிலையில் நீராவியின் நிறைசெறிவு ஆவி அழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதமே ஒப்பு ஈரப்பதன்** *என்றும் கூறலாம்.*

*காற்றின் அழுத்தம் மாறாமல் வெப்பநிலை குறையுமானால், நீராவியின் அளவு குறைந்து அழுத்தம் அதிகரிக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் நீராவியின் அழுத்தம் நிறைசெறிவு அழுத்தத்திற்குச் சமம். இதையும் விட வெப்பநிலை குறைந்தால் ஆவி நீர்மமாகச் சுருங்கி, நீராவி* **பனித்துளிகளாக** *மாறிவிடும்.*

**வளி மண்டல நீராவி எந்தத் தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் அக்காற்றை நிறைசெறிவு அடையச் செய்கிறதோ அந்த வெப்ப நிலைக்குப் பனிதோன்று நிலை (Dew Point) என்று பெயர்.**

**இதனால் பனிதோன்றும் நிலையில் நிறைசெறிவு நீராவி அழுத்தத்திற்கும், அறையின் வெப்ப நிலையிலுள்ள நிறைசெறிவு நீராவியின் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதத்தையும் ஒப்பு ஈரப்பதன் எனலாம்.**

*காற்றிலுள்ள நீராவி மிகுந்திருந்து நிறை செறிவு அழுத்த நிலைக்கும் குறையுமானால் ஆவி சுருங்கும். இதனால் காற்றில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் தூசுகளைச் சுற்றி அது படிந்து சிறுசிறு நீர் துளிகளாகமாறும். அதற்கு* **மறை பனி** *(Mist) எனப் பெயர். இம்மறைபனி ஆகாயத்தில் உயரத்தில் தோன்றும்போது* **மேகம்** *(Cloud) என்கிறோம். எனவே மேகம் தோன்றத் தூசு அவசியம்.* **மூடுபனி** *(Fog) என்பது அடர்த்தி மிகுந்த மறை பனியாகும்.*

*ஒரு பொருளை ஈரக்காற்றில் வை. அதன் வெப்பநிலையைப் படிப்படியாகக் குறைத்துக்கொண்டே வா. அது நிறை செறிவு நிலைக்கும் குறைந்த*

வெப்ப நிலையை அடையும். இப்போது அதிக அளவுள்ள ஆவி பொருளின் மீது நுண்ணிய நீர்த்திவலைகளாகச் சுருங்கிப் படிகிறது. இதனையே **பனித்துளி (Dew)** என்கிறோம்.

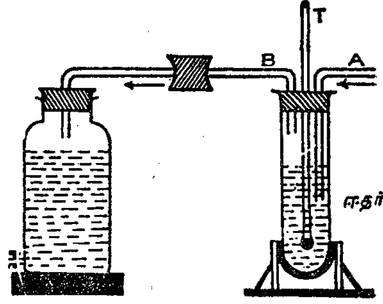
**சோதனை:** நல்ல பளப்பளப்பான ஒரு வெள்ளிக் கோப்பையை எடுத்துக்கொள். அதில் சிறிது நீரை ஊற்று. ஒரு பனிக்கட்டித் துண்டையும் அதனுள் போட்டுக் கலக்கு. தேவையானால் மேலும் கொஞ்சம் பனிக்கட்டித் துண்டுகளைப்போடு. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கோப்பையின் பளபளப் பான வெளிப்புறப்பரப்பு மங்கலாக மாறுகிறது. இப்போது, அந்த வெளிப்பரப்பில் பனித்துளிகள் தோன்றியிருக்கின்றன. கோப்பையிலுள்ள நீரில் வெப்பமானியை வைத்தால் அது கிட்டத்தட்ட பனிதோன்று நிலையைக் காட்டும்.

**ஈரமானிகள் (Hygrometers)**

காற்றிலுள்ள பனி தோன்றும் நிலையை அல்லது ஒப்பு ஈரப்பதன் நிலையைக் காண சில கருவிகள் பயன் படுகின்றன. இவற்றிற்கு **ஈரமானிகள்** என்று பெயர்.

**ரெனால்டு ஈரமானி: (Regnault's Hygrometer)** இது பனி தோன்று நிலையைக் கண்டறியப் பயன்படும் ஒரு நுட்பமான கருவி. அடிப்பக்கத்தில் வெள்ளி முலாம் பூசப்பட்ட ஒரு குமிழ் பொருத்தப் பட்ட கண்ணாடிச் சோதனைக் குழாயாகும். வெள்ளி முலாம் பூசப்பட்ட பரப்பு மிகவும் பளபளப்பாக இருக்கும். இதில் பாதி அளவுக்கு ஈதரால் நிரப்பு. மூன்று துளைகளுள்ள ஓர் அடைப்பானால் அதன் வாயை மூடு. ஓரங்களிலுள்ள இரு துளைகளின் வழியாக வளைந்த குழாய்களையும் நடுத் துளையில் ஒரு வெப்பமானியையும் செருகு. ஒரு துளை வழியாக

வரும் குழாய் அடிவரையும் (உள்நோக்கி வரும் காற்றிற்காக) மற்றது ஈதர் மட்டத்திற்கு மேலும் (காற்று வெளியேற) இருக்க வேண்டும். காற்று உறிஞ்சி ஒன்று முழுவதும் நீரால் நிரப்பப்பட்டிருக்கிறது. அதன் அடியில் உள்ள திருகைத் திறந்தால் நீர் வெளியேறும். ஈதர் மட்டத்திற்கு மேல் அழுத்தக்குறைவு ஏற்படும். வெளிக் காற்று குழாய் வழியாக ஈதரின் மூலம் உள்ளே வரும். இப்போது ஈதர் ஆவியாகும். இதனால் வெப்பநிலை குறையும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் சோதனைக் குழாயின் வெளிப் பரப்பில் வெள்ளி முலாம் பூசப்பட்ட பகுதியின் பரப்பு மங்க ஆரம்பிக்கும். இப்போது வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள் ($T_1$° செ.) வெப்பநிலை குறைந்தபின் திருகை மூடிவிடு. சிறிது நேரத்தில் நீர்த்திவலைகள் மறைந்து மீண்டும் பரப்பு பளபளப்பாக மாறத் தொடங்கும். இப்போது மீண்டும் வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள். ($T_2$° செ.) இவ்விரு வெப்பநிலைகளின் சராசரியே பனி தோன்றும் நிலையாகும்.




படம் 15-3.
ரெனால்ட் ஈரமானி

*A*-வெளிக் காற்று உள் வரும் குழாய்
*B*-காற்று வெளியேறும் குழாய்
*T*-வெப்பநிலை மானி

இனி காற்றின் வெப்ப நிலையைக் குறித்துக் கொள். பிறகு பனிதோன்று நிலையில் காற்றிலுள்ள நீராவியின் நிறைசெறிவு அழுத்தம், காற்றின் வெப்பநிலையில் நிறைசெறிவு அழுத்தம் ஆகியவற்றை அட்டவணையிலிருந்து காணலாம். பிறகு,

$$\text{ஒப்பு ஈரப்பதன்} = \frac{\text{பனிதோன்று நிலையில் நிறைசெறிவு அழுத்தம்}}{\text{காற்றின் வெப்பநிலையில் நிறைசெறிவு அழுத்தம்}}$$

எனக் கணக்கிடலாம்.

இதன் மதிப்பு எப்போதும் 1-க்கு மேல் இருக்காது. இதனை 100ஆல் பெருக்கிச் சதவிகிதத்திலும் கூறுவது வழக்கம். இவ்வாறுதான் வானிலை அறிவிப்புகளில் ஓரிடத்தில் ஒப்பு ஈரப்பதன் சதவீதமாகக் கூறப்படுகிறது.

இது போலவே டேனியல் ஈரமானி, மேசன் ஈரமானி, என வேறு இரு கருவிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நீராவி காற்றில் அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துவதால் சில பயன்கள் உண்டாகின்றன. காற்றில் நீராவியின் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட சதவீதத்திற்கு மேற்பட்டால் மழை வருவதற்கான அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன.

ஆவியாதல் வெப்பத்துடன் அதிகரிப்பதால் ஈரத் துணிகள் நிழலில் உலர்வதைவிட வெய்யிலில் விரைவாக உலர்கின்றன. மழைக்காலங்களில் காற்றில் ஈரப்பதன் அதிகமாக உள்ளதால் துணிகள் உலர்வதன் வேகம் குறைகிறது. ஆவியாதல் பரப்பையும் பொறுத்துள்ளது. எனவே உலரவேண்டிய துணியை பிரித்துப் போட்டால் அது சீக்கிரம் உலர்ந்துவிடும்.

## காற்றின் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு (Air Conditioning)

திறந்த வெளிகளில் வெப்பத்தையோ, குளிரையோ, ஈரப்பதனத்தையோ நாம் கட்டுப்படுத்த முடியாது. ஆனால் கட்டடங்களின் உள்ளே உள்ள காற்றின்

வெப்பநிலை கட்டுப்பாடு முறையில் தேவையான அளவு ஈரப்பதத்தைக் கொடுத்துக் குளிர்ச்சியாகவோ வெப்பமாகவோ வைத்திருக்கச் செய்யலாம். இம்முறை கட்டடங்கள் மட்டுமல்லாமல் தற்காலத்தில் பேருந்துகள், இரயில் வண்டிகள், ஆகாய விமானங்கள், கப்பல்கள் ஆகியவற்றிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மீன், இறைச்சி, பழங்கள் போன்ற எளிதில் அழுகிப் போகும் பொருள்கள் சேமித்து வைக்கும் இடங்களிலும் இம்முறை பயன்படுகிறது. தொழிற் சாலைகளில் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

பல அறைகள் கொண்ட பெரிய இடங்களில் (ஹோட்டல்கள்) **மையநிலை முறை** (Central Cooling Method) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன்மூலம் எல்லாக் கருவிகளும் கட்டடத்தின் கீழ்ப் பகுதியிலுள்ள ஓர் இடத்தில் வைக்கப்பட்டுக் கட்டடத்தின் பகுதிகள் அனைத்துக்கும் குழாய்கள் மூலம் காற்றின் வெப்பநிலை கட்டுப்பாடு வசதி செய்யப்படுகிறது.

ஓர் அறையையோ, பேருந்தையோ, குளிர்பதன வசதி செய்யும் முறை **ஒருமுக முறை** (Unitary Method) என்பதாகும். இம்முறையில் கருவிகள் மிகச்சிறியன. குறைந்த இடத்தையே அடைத்துக் கொள்வன.

காற்றின் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டின் முக்கிய நோக்கம், காற்று மிகவும் ஈரமாகவோ, அல்லது மிகவும் உலர்ந்தோ இல்லாமல் செய்வதேயாகும். காற்றின் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டுச் சாதனங்களில் காற்றைக் குளிர்ச்சிப் படுத்துவதற்கான வசதிகள் உள்ளன. கோடைக்காலங்களில் இவ்வகைச் சாதனங்கள் அறைகளில் பொருத்தப்பட்டுள்ளதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அவ்வறைகளின் உட்புற வெப்பநிலை

மிகவும் குறைந்து, வெப்பம் தெரியாமல் வசதியாக இருக்கும்.

## வினாக்கள்

1. வெவ்வேறு நீர்மங்கள் வெவ்வேறு ஆவி அழுத்தம் உடையவை - காரணம் கூறு.
2. நிறைசெறிவு ஆவி அழுத்தம் என்றால் என்ன?
3. ஈரத்துணிகள் வெயிற்காலத்தில் சீக்கிரம் உலர்வது ஏன்?
4. ஒப்பு ஈரப்பதன் என்பது யாது?
5. ரெனால்ட் ஈரமானியின் உதவியால் ஒப்பு ஈரப்பதன் எண் காண்பது எப்படி?
6. காற்றின் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டின் பயன்கள் யாவை?
7. சிறு குறிப்பு வரை: பனி தோன்று நிலை, மறைபனி, மூடுபனி, மேகம், பனித்துளி.

# IV. ஒளியியல்

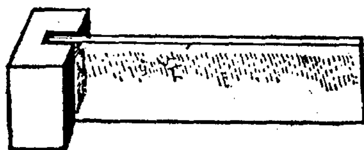
## 16. சமதளப் பரப்பில் எதிரொளிப்பு

ஓர் ஒளிக்கற்றை ஓர் ஊடகத்தின் வழியே சென்று, ஒளிபுகாப் பொருள் ஒன்றின்மீது விழும் போது அது திரும்பவும் அந்த ஊடகத்திற்குள்ளேயே அனுப்பப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சிக்கு, **பிரதிபலித்தல்** அல்லது **எதிரொளிப்பு** (Reflection) எனப் பெயர்.

இணைக்கற்றை ஒன்றைப் பளபளப்பான சம தளப்பரப்பின்மீது விழும்படி செய். இது இணைக் கற்றையாகவே மீண்டும் திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. இதனை **ஒழுங்கான எதிரொளிப்பு** என்பர். பரப்பு ஒழுங்கற்றதாக இருப்பின் ஒளிக்கதிர்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் சிதறடிக்கப்படுகின்றன. இதனை **ஒளிச் சிதறல்** என்பர்.

### சமதள ஆடிகள் (Plane Mirrors)

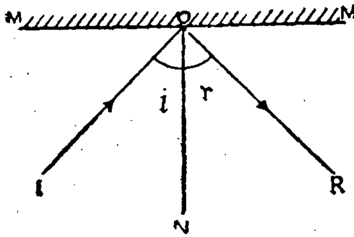
ஒழுங்கான எதிரொளிப்பு ஏற்படுத்தக்கூடிய வழவழப்பான சமதளப்பரப்பு **சமதள ஆடி** எனப் படும். ஆடியின் மீது விழும் ஒளிக்கதிர், **படு கதிர்** (Incident ray) எனவும், ஆடியால் திருப்பி அனுப்பப்படும் கதிர் **மீள்கதிர்** (Reflected ray) எனவும் வழங்கப்படுகின்றன. ஆடியின் மீது



படம் 16-1.
சமதள ஆடி

படுகதிர் விழுமிடம் **படுதானம்** (Point of Incidence) எனப்படுகிறது. இப்புள்ளியின் வழியாக ஆடியின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக வரையப்படும் கோடு **லம்பம்** (Normal) எனப்படும்.

படத்தில் *MM* என்பது சமதள ஆடியின் எதிரொளிக்கும் பரப்பாகும். *IO* என்பது படுகதிர். *O* என்பது படுதானம். *OR* என்பது மீள்கதிர். *ON* என்பது லம்பம். படுகதிருக்கும் லம்பத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் **படுகோணம்** (Angle of Incidence) ($\angle \overline{ION} = i$) ஆகும். மீள்கதிருக்கும் லம்பத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் **மீள்கோணம்** (Angle of Reflection) ($\angle \overline{NOR} = r$) ஆகும்.




படம் 16-2.
எதிரொளிப்பு விதிகளை மெய்ப்பித்தல்

*MM*-சமதள ஆடி
*IO*-படுகதிர்
*OR*-மீள்கதிர்
*ON*-லம்பம்
$\angle \overline{ION}$-படுகோணம்
$\angle \overline{NOR}$-மீள்கோணம்

**எதிரொளிப்பு விதிகள்**

எதிரொளிப்பு சில விதிகளுக்குட்பட்டு நிகழ்கிறது. இவை எதிரொளிப்பு விதிகள் எனப்படுகின்றன. அவை யாவன:

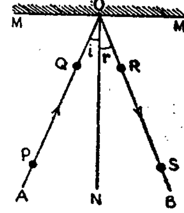
(1) படுகதிர், மீள்கதிர், படுதானத்தில் வரையப்படும் லம்பம் ஆகிய மூன்றும் ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன.

(2) படுகோணமும், மீள்கோணமும் சமமாகும்.

**எதிரொளிப்பு விதிகளை மெய்ப்பித்தல் சோதனை**

சுமார் 15 செ.மீ நீளமும், 3 செ.மீ உயரமும் உள்ள ஒரு சமதள ஆடியை எடுத்துக்கொள்.

அதன் எதிரொளிக்கும் தளம் செங்குத்தாக இருக்கும்படி ஒரு மரத் துண்டில் பொருத்து. வரைபலகையின் மீது காகிதத்தைப் பொருத்தி அதன் மீது ஆடியைச் செங்குத்தாக வை. ஆடிப் பரப்பைக் குறிக்கும் நேர்க்கோடு $MM$ வரை அதன் நடுவில் $O$ என்ற புள்ளியை (படுதானம்) குறி. அதிலிருந்து செங்குத்துக் கோடு $ON$ (லம்பம்) வரை. உடன் ஒரு குறிப்பிட்ட கோணம் உண்டாகும்படி $AO$ (படுகதிர்) வரை. $\angle AON$ படுகோணமாகும்.




படம் **16-3.**
எதிரொளிப்பின் இரண்டாம் விதியை மெய்ப்பித்தல்
$MM$-சமதள ஆடி
$PQ$-படுகதிர்
$RS$-மீள்கதிர்
$ON$-லம்பம்
$\angle AON$-படுகோணம்
$\angle BON$-மீள்கோணம்

ஆடியின் எதிரொளிக்கும் பரப்பின் முன்னர் $AO$ என்ற கோட்டின் மீது சுமார் 3 செ.மீ. உயரமுள்ள $P$, $Q$ என்ற இரு குண்டூசிகளைச் செங்குத்தாக நிறுத்து. ஆடியினுள் குண்டூசிகளின் பிம்பங்களைக் காணலாம். இவற்றுடன் ஒரே நேர் கோட்டில் அமையுமாறு கண்ணைவைத்துக் கொண்டு $R$, $S$ என்ற வேறு இரு குண்டூசிகளை நிறுத்து. குண்டூசிகளின் நிலைகளைக் குறித்துக் கொண்டு அவைகளை அகற்றி விடு. ஆடியையும் அகற்று $RS$ ஐச் சேர்த்து நீட்டு. அது ஆடியை $O$ வில் சந்திக்கும். இது மீள் கதிரைக் குறிக்கும். மீள்கதிருக்கும் லம்பத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோணத்தை (மீள்கோணம்) அள.

படுகோணத்தின் அளவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச்செய். அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து.

| சோதனை எண் | படுகோணம் (*i*) | மீள்கோணம் (*r*) |
|---|---|---|
| 1. | 30° | 30° |
| 2. | | |
| 3. | | |

ஒவ்வொரு சோதனையிலும் படுகோணமும், மீள்கோணமும் சமமாயிருக்கின்றன. எனவே இரண்டாவது விதி மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது.

இச்சோதனைகளில், ஒரே உயரமுள்ள குண்டூசிகளைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் உச்சிகளைக் கவனித்தால் அவை சமதளத்தில் இருக்கும். இதனால் படுகதிர், மீள்கதிர், படுதானத்தில் வரையப்படும் லம்பம் ஆகிய மூன்றும் ஒரே தளத்தில் இருக்கின்றன எனத் தெரிகிறது. என்வே முதல் விதி மெய்ப்பிக்கப் படுகிறது.

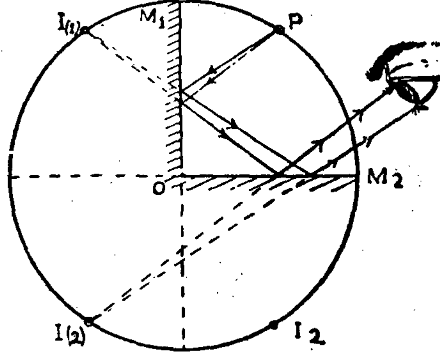
### சாய்வாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஆடிகளில் பிம்பங்கள்

இரண்டு சமதள ஆடிகளை, எதிரொளிக்கும் பரப்புகள் ஒன்றையொன்று பார்த்தபடி இடையிலுள்ள கோணம் 90° இருக்கும்படி, மேஜை மீது அமை. ஆடிகளுக்கிடையே ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை நிறுத்து. இரு ஆடிகளிலும் தோன்றும் பிம்பங்களைப் பார். மூன்று பிம்பங்கள் ஆடிகளில் தெரிவதைக் காணலாம்.

இரு ஆடிகளுக்குமிடையேயுள்ள கோணத்தை 60° ஆக்கினால் 5 பிம்பங்கள் தோன்றுவதையும், 30° ஆக்கினால் 11 பிம்பங்கள் தோன்றுவதையும் காணலாம். இம்முறையில் தோன்றும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடப் பயன்படும் வாய்ப்பாடு,

$$N = \frac{360}{\theta} - 1,$$

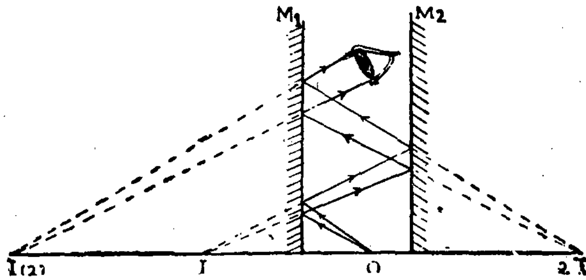
என்பதாகும். இதில் $N$ என்பது, பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை, $\theta$ என்பது இரு ஆடிகளுக்கு இடையேயுள்ள கோணம்.




படம் 16-4.
சாய்வாக வைக்கப்பட்ட ஆடிகளில் பிம்பங்கள்

$M_1$, $M_2$ - சமதள ஆடிகள்
$P$ - பொருள்
$I_1$, $I_2$, $I_3$ - பிம்பங்கள்

## இணை ஆடிகள்



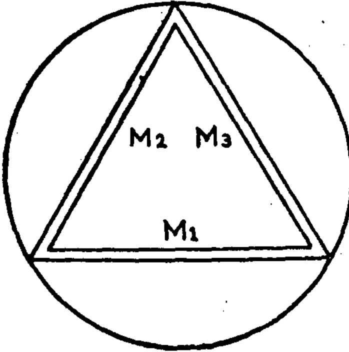

படம் 16-5.
இணை ஆடிகள்

$M_1$, $M_2$ - சமதள ஆடிகள்
$O$ - பொருள் $I$, $I_1$, $I_2$, - பிம்பங்கள்

இரு சமதள ஆடிகளை அவற்றின் எதிரொளிக்கும் பரப்புகள் ஒன்றையொன்று பார்த்தபடியும் இரண்டும் இணையாக இருக்குமாறும் அமை. இவ்வமைப்பை **இணை ஆடி** என்பர். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட ஆடிகளுக்கு இடையில் ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை வை. இரு ஆடிகளிலும் கணக்கிட முடியாத பிம்பங்கள் தோன்றுவதைக் கவனி. ஆயினும் ஒவ்வொரு எதிரொளிப்பின்போதும் படுகதிரின் பொலிவு குன்றிக் கொண்டே போவதால் சில எதிரொளிப்புக்குப்பின் தோன்றும் பிம்பங்கள் கண்ணிற்குச் சரியாகப் புலப்படுவதில்லை. எனவே, சில பிம்பங்களையே நாம் பார்க்க முடிகிறது.

## பலபடி எதிரொளிப்புகள்

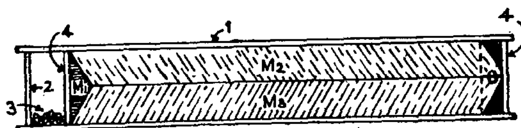
இரு சமதள ஆடிகளுக்கிடையில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டால் அதிலிருந்து புறப்படும் கதிர்கள் நம் கண்களை அடையுமுன் இரு ஆடிகளிலும் பலமுறை எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியைப் **பலபடி எதிரொளிப்புகள்** என்பர். இதனால் ஆடிகளில் பொருளின் பல பிம்பங்கள் தோன்றும்.




படம் 16-6.
பலபடி எதிரொளிப்புகள்
(கலைடாஸ்கோப்பு)
$M_1$, $M_2$, $M_3$ - சமதள ஆடிகள்

**கலைடாஸ்கோப்பு:** சாய்வாக வைக்கப்படும் ஆடிகளில் பல பிம்பங்கள் தோன்றும் என்ற அடிப்படையில் அமைந்த கருவிகளில் ஒன்று **கலைடாஸ்கோப்பு** ஆகும்.

ஒரே அளவுள்ள மூன்று சமதள ஆடித் துண்டு களை ($M_1$, $M_2$, $M_3$) ஓர் உள்ளீடற்ற சமபக்க முப்பட்டகம் போல் சேர்த்துக்கட்டு. பின் அதனை ஓர் உருளை வடிவக் குழாயினுள் வை. ஒரு முனை யில் இருவட்டக் கண்ணாடிச் சில்லுகள் (2, 4) ஒன்றின் பக்கம் ஒன்றாகச் சிறிது இடைவெளியுடன்




படம் 16-7.
கலைடாஸ்கோப்பு

$M_1$, $M_2$, $M_3$ - சமதள ஆடிகள்
1 - உருளை வடிவக்குழாய்
2, 4 - வட்டக் கண்ணாடிச் சில்லுகள்
3 - பலநிறக் கண்ணாடித் துண்டுகள்

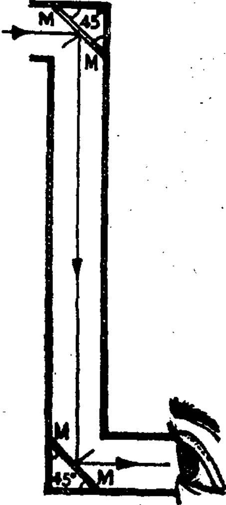
இருக்கும்படி அமை. இந்த இடைவெளியில் பலநிறக் கண்ணாடி வளையல் துண்டுகளைப் போடு. (3) குழா யின் மறுமுனையில் மற்றொரு வட்டக் கண்ணாடிச் சில் அமைத்து இக்கண்ணாடிச் சில்லின் மையப்பகுதி மூலம் பார்க்கும்படி வட்டத்துளையுள்ள காகிதத்தை இதன் மேல் சுற்றி ஒட்டு.

வளையல் துண்டுகள் போடப்பட்ட குழாயின் முனையை, வெளிச்சம் படும்படி வைத்துப் பிடித்துக் கொண்டு மறுபக்கத்தின்மூலம் பார். பல வர்ணக் கோலங்கள் தோன்றும். ஆடிகளுக்கிடையிலுள்ள கோணம் 60°. எனவே ஒவ்வொரு கோணப்பகுதியும் 5 பிம்பங்கள் வீதம், 15 பிம்பங்கள் உண்டாகும். இவற்றில் 3 பொதுப் பிம்பங்களாகிவிடுவதால் மீத முள்ள 12 பிம்பங்களும் அழகான கோலத்தை

உண்டாக்கும். உருளையைச் சுற்றினால் கண்ணாடித் துண்டுகளின் இடம் மாறிப் புதிய கோலங்கள் தோன்றும். இது ஒரு விளையாட்டுக் கருவியாகவும், சித்திரம் வரைபவர்களுக்கும் கம்பளி நெசவு செய்பவர் களுக்கும் புதுப்புது விதமான பூ அமைப்புக்களை உருவாக்கவும் பயன்படுகிறது.

## பெரிஸ்கோப்பு (Periscope)

இக்கருவி நீர் மட்டத்திற்குக் கீழே நீர் மூழ்கிக் கப்பலில் இருப்பவர்கள், நீர்மட்டத்திற்கு மேல் நடப்பனவற்றைக் காணப் பயன்படுகிறது. மேலும் போர் முனைகளில் பள்ளங்களில் ஒளிந்திருந்து, போர் வீரர்கள், தரை மட்டத்தில் உள்ளவரைக் காணவும் இது பயன்படுகிறது.



படம் 16-8.
பெரிஸ்கோப்பு

**அமைப்பு:** மேலும் கீழும் இரு முனைகள் செங்கோணத்தில் பொருத்தப்பட்ட ஒரு குழாயை எடுத்துக் கொள். அச்செங்கோணப் பகுதிகளை இரு சமதள ஆடித் துண்டுகளைக் கிடைமட்டத்திற்கு 45° சாய்வில் ஒன்றுக் கொன்று இணையாகவும் எதிரொளிக்கும் பரப்புகள் ஒன்றையொன்று பார்த்தும் இருக்கும்படி வை. கீழே யுள்ள குழாயில் கண்ணை வைத்துப் பார்த்தால் மேலே யுள்ள குழாய் மட்டத்திலுள்ள பொருள்கள் தெரியும்.

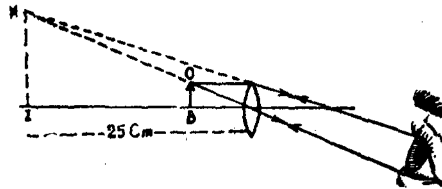
மேல்பக்கக் குழாய் வழியாகக் கிடைமட்டமாக வரும் ஒளிக்கதிர்கள் மேலேயுள்ள ஆடியில் பட்டுச் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. இவை கீழேயுள்ள ஆடியில் பட்டு மறுபடி எதிரொளிக்கப் பட்டுக் கண்ணை வந்தடைகின்றன.

## உருப்பெருக்கும் கண்ணாடி லென்சு

கடிகாரம் பழுதுபார்ப்பவர்களும், வைரத்தைப் பரிசோதிப்பவர்களும் கண்ணாடி லென்சு ஒன்றைப் பயன்படுத்துவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அவர்கள் பயன்படுத்துவது ஒரு கண்ணாடிக் குவிலென்சு ஆகும். **கண்ணாடிக் குவிலென்சு ஒன்றின் குவியத் தூரத்திற்குள் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டால், அதே பக்கத்தில் பொருளின் பெரிய, நேரான மாயபிம்பம் தோன்றும்.** குவிலென்சின் இத்தன்மையைக் கொண்டு அதை உருப்பெருக்கும் கண்ணாடி லென்சாகப் பயன் படுத்துகிறோம். இதே தன்மைதான் குவிலென்சை ஓர் எளிய நுண்ணோக்கியாகப் பயன்படுத்தவும் உதவுகிறது.

## எளிய நுண்ணோக்கி (Simple Microscope)

இது குறைந்த குவியத்தூரத்தையுடைய ஒரு குவிலென்சு ஆகும் பிம்பம் நம் கண்ணிற்குத் தெளிவாகத் தெரிய அது கண்ணிலிருந்து 25 செ.மீ. தூரத்தில் இருக்க வேண்டும். இத்தூரம் **தெளிவுப் பார்வையின் மீச்சிறுதூரம்** எனப் படும். எளிய நுண்




படம் 16-9.
எளிய நுண்ணோக்கி

*OB* - பொருள்
*IM* - பிம்பம்

ணோக்கியாகப் பயன்படும் குவிலென்சில் நாம் காண வேண்டிய நுண்பொருளை லென்சின் குவியத்தூரத்திற்குள் இருக்கும்படி வைத்து, அதன் மாயபிம்பம் நம் கண்ணிலிருந்து 25 செ.மீ. தூரத்தில் விழுமாறு செய்ய வேண்டும். படத்தில் *OB* என்பது காணவேண்டிய நுண்பொருள். *IM* என்பது பிம்பம். இது லென்சினால் உருப்பெருக்கம் பெற்றுப் பொருளின் பெரிய நேரான மாயபிம்பமாகத் தோன்றுகிறது. சோதனைச்சாலையில் பூக்கள் போன்றவற்றின் நுண்ணிய பாகங்களை ஆராய்ந்து அறிய இது பயன்படுகிறது.

## வினாக்கள்

1. சமதள ஆடி என்றால் என்ன?
2. எதிரொளிப்பு விதிகளைக் கூறு.
3. எதிரொளிப்பு விதிகளை மெய்ப்பிக்கும் சோதனையை விவரி.
4. பலபடி எதிரொளிப்பு என்றால் என்ன?
5. இரு ஆடிகளுக்கிடையே உள்ள கோணங்கள் 45°, 10° இருக்கும் போது ஏற்படும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை யாவை?
6. கலைடாஸ்கோப்பின் பயன் யாது?
7. பெரிஸ்கோப்பின் படம் வரைந்து அது வேலை செய்வதை விளக்கு.
8. எளிய நுண்ணோக்கி உருப்பெருக்கம் செய்யும் விதத்தைப் படம் வரைந்து விளக்கு.

## செய்துபார்

1. எதிரொளிப்பு விதிகளைச் சோதனை மூலம் மெய்ப்பி.
2. பெரிஸ்கோப், கலைடாஸ்கோப் போன்றவற்றைச் செய்துபார்.

## 17. கண்ணிற்குப் புலப்படும், புலப்படாக் கதிர்கள்

சூரியனிடமிருந்தும், விளக்குகளிலிருந்தும் நாம் பெறும் வெண்ணிற ஒளி கண்ணாடி முப்பட்டகத்தின் வழியே செல்லும் போது, ஏழுநிறக் கதிர்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுத் திரையில் நிற மாலையைத் தோற்று விக்கின்றன என்று முன் வகுப்பில் பார்த்தோம். நிற மாலையில் மேலிருந்து கீழாக சிவப்பு ஆரஞ்சு, மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா ஆகிய நிறங்கள் உள்ளன என்பதும் உங்களுக்குத் தெரியும். இந் நிறங்கள் யாவும் கண்ணிற்குப் புலப்படும் கதிர்கள் ஆகும்.

1800-ம் ஆண்டில் ஸர். வில்லியம் ஹெர்வெஷல் என்னும் அறிவியல் அறிஞர் சூரிய ஒளியினால் உண்டாகும் நிறமாலையை ஒரு வெப்பநிலைமானி யின் மீது குவித்து வெப்பநிலைமானியை வெவ் வேறு நிறங்களிலும் வைத்துப் பார்த்தார். வெப்ப நிலை சிவப்பு நிறத்திற்கு அப்பாலும் உயர்ந்து கொண்டே போவதைக் கண்டார். எனவே இவ் வெப்பம் கண்ணிற்குப் புலப்படாத கதிர்களால் தான் உண்டாக்கப்பட வேண்டும் எனத்தெரிந்து கூறினார். இவ்வகைக் கதிர்கள் நிறமாலையில் சிவப்பு நிறத்திற்கு அடுத்தாற்போல் உள்ளதாலும் இவை கண்ணிற்குப் புலப்படாமலிருப்பதாலும் இவற் றைக் கண்ணிற்குப் புலப்படா **அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்** (Infra red rays) என்று வழங்கினார்.

**அகச்சிவப்புக் கதிர்களின் பயன்கள்:** சாதாரண மாக மப்பும் மந்தாரமுமாயுள்ள நாட்களில் வெகு தொலைவிலுள்ள பொருள்களைப் படம் பிடிக்க இயலாது. ஆனால் அகச்சிவப்புக் கதிர்களைக் கொண்டு படம் பிடித்தால் 100 கி.மீட்டர் தூரத்திலுள்ள

பொருள்களும் மிகத் தெளிவாகத் தெரியும். இக் கதிர்களைக் கொண்டு படம் பிடிக்க ஏற்றதாக ஒளிப் படப்பெட்டிகள் தயாரிக்கப்பட்டு உபயோகிக்கப்படு கின்றன.

போர்க்காலங்களில் எதிரிகளின் பாசறைகளைப் பற்றிய செய்திகளை அறியப் பெரும்பாலும் அகச் சிவப்பு ஒளிப்படப் பெட்டிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மேலும் மப்பும் மந்தாரமுமான நாட் களில் அகச்சிவப்புத் துருவு விளக்குகளின் உதவி யால் பல ஆயிரம் மீட்டர் தூரத்திலுள்ள பொருள் களையும் தெளிவாகக் காண முடிகிறது.

கோள்கள், விண்மீன்கள் ஆகிவற்றின் வெப்ப நிலை, கதிர்வீச்சு, அமைப்பு முதலியவற்றைக் குறித்த பல உண்மைகளைக் கண்டறிய வானிலை ஆராய்ச்சி யாளர்கள் அகச்சிவப்புக் கதிர்ச் சாதனங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். பொருள்களின் மூலக்கூறு களின் அமைப்பைக் கண்டறிவதிலும் இது பயன் படுகிறது. ஒரு செடி எவ்வளவு கார்பன்-டை- ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகிறது என்பதை அளந்து, அதிலிருந்து அச்செடி வளரும் வேகத்தைக் காண் பதிலும் இது பயன்படுகிறது.

அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு மருத்துவத்தில் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. இவை தோலினூடே சென்று நம் தசை, நரம்புகளுக்கு இதமளிக்கின்றன. இவை நமது இரத்த ஓட்டத்தைத் துரிதப்படுத்தி, கை கால் குடைச்சல் போன்ற வலிகளையும் போக்கு கின்றன.

வெந்து தீய்ந்துபோன ஒரு காகிதத் துண்டிலுள்ள எழுத்துக்களை ஓர் அகச்சிவப்பு ஒளிப்படப் பெட்டி வெகு எளிதில் படிக்க உதவுகிறது. இதனைப் பயன்

படுத்திக் கள்ளத்தனமாக மாற்றப்பட்ட கடிதங்கள், உயில்கள் முதலியவற்றை ஆராய்ந்து உண்மையைக் கண்டறிய இது உதவுகிறது.

### புறஊதாக் கதிர்கள் (Ultra violet rays)

அகச்சிவப்புக் கதிர்களைப் போன்று நிறமாலையில் ஊதா நிறத்திற்கு அப்பாலும் கண்ணிற்குப் புலப்படாக் கதிர்கள் உள்ளன. இவற்றைப் **புற ஊதாக் கதிர்கள்** என்கிறோம். இவையும் பல வழிகளில் நமக்குப் பயன்படுகின்றன. இவற்றைப் பாதரச ஆவி விளக்குகளைக் கொண்டு எளிதில் பெறலாம். சூரிய ஒளியில் இக்கதிர்கள் உள்ளன.

எலும்பு வளர்ச்சியடையாத குழந்தைகளுக்கு, அதற்குத் தேவையான வைட்டமின் *D*-யை உண்டு பண்ணப் புறஊதாக் கதிர்கள் பயன்படுகின்றன. மருந்து வகைகள், உணவுப் பொருள்கள் போன்றவற்றைக் கிருமிகளின்றிச் சுத்தப்படுத்துவதிலும் இவை பயன்படுகின்றன. உணவுப் பொருள்களிலுள்ள கலப்படப் பொருள்களைக் கண்டறியவும் இவை உதவுகின்றன. இவற்றின் உதவியால் கள்ளத்தனமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட பத்திரங்களைக் கண்டு பிடித்து விடலாம். பழைய ஓவியங்களைப் புதுப்பித்தலிலும் இவை உதவுகின்றன.

### சூரிய அடுப்பு

சூரியனின் வெப்ப ஆற்றலைப் பயன்படுத்திச் சூரிய அடுப்புகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் சாதாரணமாக அரை மீட்டர் குறுக்களவுள்ள குழி ஆடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை சூரிய வெப்பத்தைப் பாத்திரத்தின்மீது நேராகக் குவித்து வெப்பமுண்டாக்குகின்றன. சூரியனின் போக்குக்கு ஏற்றாற்போல் அவ்வப்போது ஆடியைத் திருப்பி வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். வேறு சிலவகைச்

சூரிய அடுப்புகளில் சூரியனின் போக்குக்கு ஏற்றாற் போல் ஆடிகளைத் திருப்பிச் சூரியக் கதிர்களைச் சாதாரண உப்புக் கரைசல்கள் உள்ள குப்பிகளில் செலுத்தி, வெப்பத்தை சேமித்து வைத்து, இரவு நேரங்களிலும் சமையலுக்குப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

## வினாக்கள்

1. அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் என்றால் என்ன?
2. அகச்சிவப்புக் கதிர்களின் பயன்கள் யாவை?
3. புறஊதாக் கதிர்கள் என்றால் என்ன?
4. புறஊதாக் கதிர்களின் பயன்கள் யாவை?
5. சூரிய அடுப்பு பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரைக.

# V. ஒலியியல்

## 18. ஒலியியல்

### ஒலி அலைகள் பரவுதல்

ஒலி அலைகள்: ஒலியும் ஒருவகை ஆற்றலாகும். அதிர்வு இயக்கமே பொருள்கள் ஒலியை உண்டாக்கக் காரணம். ஒலிக்கும் பொருள்கள் அதிர்வடைகின்றன, என்பதைச் சில சிறு சோதனைகள் மூலம் காணலாம்.

(1) ஓர் ஒலிக்கும் பொருளின் விளிம்பை நன்கு உற்று நோக்கு. அது தெளிவில்லாமல் தோன்றுகிறதல்லவா? அதிர்வை நிறுத்திப் பார். இப்போது அது தெளிவாகத் தெரியும்.

(2) விறைப்பாக முறுக்கிக் கட்டப்பட்டக் கம்பியைத் தூண்டிவிட்டு ஒலிக்கச் செய். நுனிவிரலால் அக்கம்பியைத் தொட்டுப்பார். அதிர்வை உணர முடிகிறதல்லவா?

(3) அதிர்வூட்டப்பட்ட இசைக்கவை ஒன்றின் ஒரு கரத்தை நீர்ப் பரப்பில் தொடும்படி வை. நீர் சிதறுவதையும் அதிர்வடைவதையும் நேரடியாகப் பார்க்க முடியும்.

(4) ஒலி எழுப்பும் ஒரு மணி அல்லது தட்டைக் கையால் பிடித்து அதிர்வு செய்வதை நிறுத்திவிட முடியும். ஒலியும் நின்று விடும். ஒலி நிற்பதற்கு முன் அதிர்வை உணர முடிந்ததல்லவா?

ஒலி ஆற்றல் அலைகளாகப் பரவுகிறது. அப்போது காற்றின் துகள்கள் அதிர்வடைகின்றன.

தெளிவான நீரில் ஒரு சிறு கல்லைப்போடு. அலைகள் உண்டாகின்றன. கல் விழுந்த இடத்திலிருந்து புறப்பட்டு வட்டமான அலைகள் பரவிச் செல்கின்றன. அலையின் விட்டம் பெரிதாகிக் கொண்டே போகிறது. அந்நீரில் ஒரு சிறு மரத் துண்டு மிதந்து கொண்டிருந்தால், அது அடித்துச் செல்லப்படாமல் மேலும் கீழும் நகருகிறது. இது போலவே காற்றில் ஒலி அலைகள் செல்லும்போது காற்றுத் துகள்கள் நகர்ந்து செல்வதில்லை.

## குறுக்கலைகளும் நெட்டலைகளும் (Transverse and Longitudinal waves)

நீர் அலைகள் **குறுக்கலைகள்** (Transverse waves) வகையைச் சேர்ந்தவை. ஊடகம் ஒன்றில் அலைகள் **பரவும்போது ஊடகத்தின் துகள்கள் அலை பரவும் திசைக்குச் செங்குத்தாக அதிர்ந்தால் அவை குறுக்கலைகள்** எனப்படுகின்றன.



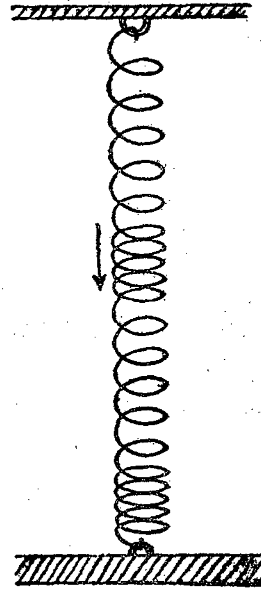
படம் 18-1.

நீளமான கயிற்றை ஓரிடத்தில் கட்டிவிட்டுக் கயிற்றின் மறு முனையைப் பிடித்து மேலும் கீழும் ஆட்டு. குறுக்கலைகள் உண்டாவதைக் காணலாம்.

விறைப்பாகக் கட்டப்பட்ட சுரமானியின் கம்பி அதிர்வடையும்போது ஏற்படுவதும் குறுக்கலைகள் தான்.

சுருள் கம்பி ஒன்றை ஒரு முனையிலிருந்து கட்டித் தொங்கவிடு. மற்றொரு முனையையும் ஒரு விறைப்பான தாங்கியில் கட்டி விடு. கம்பிச் சுருளை ஒன்றாகச் சேர்ந்தாற்போல் இழுத்துவிடு. கம்பிச்

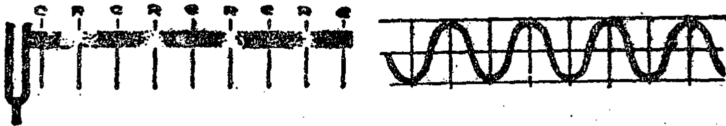
சுருள் அதனது நீளத்தில் மாற்றம் இல்லாது, மேலும் கீழும் இயங்கும். இவ்வித இயக்கம் கொண்டுள்ள அலைகளுக்கு **நெட்டலைகள்** (Longitudinal waves) எனப் பெயர். ஒரு புள்ளியில் சுருள்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து இருக்கும்போது நெருக்கமாயும், மற்றொரு புள்ளியில் சுருள்கள் நெகிழ்ந்தும் காணப்படுகின்றன. ஒலி அலைகள் இவ்வாறு **நெருக்க நிலைகளையும்** (Compressions) நெகிழ்ந்த நிலைகளையும் (Rarefactions) உண்டாக்குகின்றன.



படம் 18-2.
சுரம்பியின் மேல்-கீழ் இயக்கம்

**அலைகளின் இயல்பு**

இசைக்கவை அதிரும் போது குறுக்கலைகள் உண்டாவதைப் பார்த்தோம். காற்றுத் துகள்கள் மாறிமாறி நெருக்கப்படுகின்றன. பின் நெகிழ்வடைகின்றன. குறுக்கலைகளும், நெட்டலைகளும் ஏற்படுத்தும் அலையைப் படத்தில் காட்டியுள்ள அலைக் கோட்டால் குறிக்கலாம்.



படம் 18-3.
குறுக்கலைகள்

காற்றுத்துகள்களில் நெருக்கம் ஏற்படும் இடத்தை முகடு (Crest) குறிக்கிறது. நெகிழ்வு ஏற்படும் இடத்தை அகடு (Trough) குறிக்கிறது. ஒரு முகடும் ஓர் அகடும் சேர்ந்தது ஒரு முழு அலையாகும். நெருக்கத்தின் மையங்கள் இரண்டிற்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தை அல்லது இரு நெகிழ்வின் மையங்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரத்தை அலை நீளம் (Wavelength) என்கிறோம்.

**ஒலியின் வேகம்:** அடுக்கம் (Frequency) என்பது ஒரு நொடியில் ஏற்படும் மொத்த அலைகளின் எண்ணிக்கையாகும். இது '$n$' என்று குறிக்கப்படும். அலை நீளம் $\lambda$ (Lamda) என்று குறிக்கப்படும். ஆதலால் ஒரு நொடியில் அலை செல்லும் தூரம் $= n \times \lambda = n\lambda$. இதுவே ஒலியின் வேகமாகும். ஒலியின் வேகம் $v = n\lambda$. ஒலியின் வேகம் 0° செ.ல் வறண்ட காற்றில் ஒரு நொடிக்கு 331.3 மீட்டராகும். காற்றில் பரவும் ஒலியின் வேகம் காற்றின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஏனெனில் வெப்பநிலை மாற்றத்தால் காற்றின் அடர்த்தி மாறுபடும். ஒலியின் வேகம் காற்றிலுள்ள ஒப்பு ஈரப்பதனையும் பொறுத்துள்ளது.

ஒலியின் வேகம் ஒலி கடந்து செல்லும் ஊடகத்தையும் பொறுத்துள்ளது. ஒலி காற்றில் செல்லும் வேகத்தைவிட, திரவங்களில் செல்லும் வேகம் அதிகம். இதையும்விட திடப் பொருள்களில் அதிக வேகத்துடன் செல்லும்.

நீரில் ஒலியின் வேகம் (0° செ.ல்) = 1415 மீ/நொடி

இரும்பில் ஒலியின் வேகம் = 5040 மீ/நொடி.

ஆற்றங்கரையில் சலவை செய்கின்ற ஒருவர், துணிகளைக் கல்லின்மீது அடிக்கும்போது எதிர்க் கரையில்

இருக்கும் மற்றொருவர் இருமுறை அந்த அடியின் ஒலியைக் கேட்கிறார். முதலில் கேட்டது, நீரின் வழியாக வந்ததும், இரண்டாவதாக கேட்டது, காற்றின் வழியாக வந்ததும் ஆகும்.

இரயில் வண்டி வெகுதொலைவில் கண்ணுக்குத் தெரியாத தூரத்தில் வரும்போதே அதன் ஒலி அலைகள் தண்டவாளத்தின் மூலமாக வருவதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். தண்டவாளத்தின் மீது காதை வைத்து அதைக் கேட்டிருப்பீர்கள். அருகில் வந்ததும் நேரடியாகவே அவ்வொலியைக் கேட்கலாம்.

## ஒருங்கியைவு (Resonance)

ஒரு மரத்தின் மீது விறைப்பாக இழுத்துக் கட்டப் பட்ட கம்பி, அதிர்வு ஏற்பட்டு ஒலித்தாலும் நம் காதுக்கு எட்டுவதில்லை. ஆனால், சுரமானியில் உள்ளதுபோல் ஒருங்கியைவுப்பெட்டி யொன்று இருந்தால் ஒலி தெளிவாகக் கேட்கிறது. இது போலவே இசைக்கவையும் அதிர்வடையும்போது, காதின் அருகில் வைத்தால்தான் ஒலி ஓரளவு கேட்கிறது. அதையே சுரமானியின் ஒருங்கியைவுப் பெட்டியின்மீது வைத்தால், தெளிவான நாதம் முழங்குகிறது.

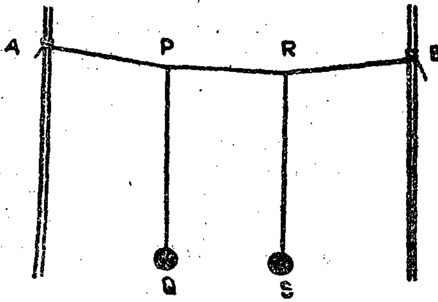
அதிர்வு செய்யும் பொருள் தன்னுடைய இயல் அதிர்வெண்ணிற்கு (Natural Frequency) ஏற்றாற்போல் அதிர்வு செய்யும். எடுத்துக்காட்டாக 256 எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ள ஓர் இசைக்கவை, நொடிக்கு 256 தடவை அதிர்வடையும். விறைப் பாக நீட்டிக் கட்டப்பட்ட கம்பி, ஒரு குறிப்பிட்ட அடுக்கம் கொண்டது. அக்கம்பியின் நீளத்தையோ, இழுவிசையையோ மாற்றினால்தான் அதன் அடுக்கமும் மாறும். இயல் அடுக்கம் கொண்ட ஒரு

பொருளின் மீது செயற்படும் விசையின் அடுக்கமும், அப்பொருளின் இயலடுக்கமும் சமமாக இருந்தால் அப்பொருள் அதிக வீச்சுடன் அதிரும். இந்நிகழ்ச்சியை ஒருங்கியைவு என்கிறோம். அந்த அதிர்வுகள் ஒருங்கியைவு அதிர்வுகளாகும்.

**அதிர்வு செய்யும் ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளை அதே அடுக்கத்துடன் அதிரச் செய்து அதிர்வை நீடிக்குமாயின் அவ்விரு பொருள்களும் ஒருங்கியைவு அதிர்வு கொண்டவைகளாம்.**

**சோதனைகள்**

(1) *AB* என்பது இரு நிலைத்தாங்கிகளில் கட்டப்பட்ட ஒரு நூல். *PQ*, *RS* என்பவை ஒரே நீளமுள்ள இரு தனி ஊசல்கள். *PQ* என்ற ஊசலை மட்டும் அலைவு செய்யச் செய். *RS* - ம் தானாகவே அலைவு செய்கின்றது. *RS*-ன் நீளத்தை சற்று மாற்று. இப்போது *PQ* அலைவு செய்யும் போது *RS* அலைவு செய்வதில்லை, நிலையாக இருக்கும். இது ஒருங்கியைவை விளக்குகிறது.

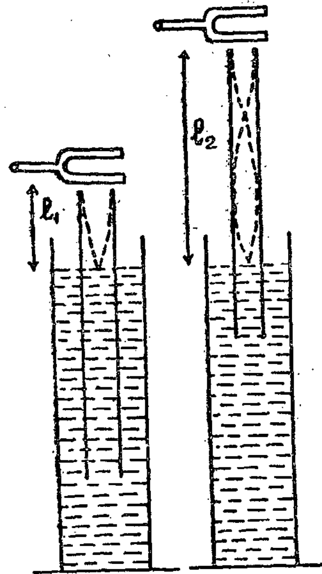



படம் 18-4.
ஒருங்கியைவு பற்றிய சோதனை
*AB* - நூல் *PQ*, *RS* - சம நீளமுள்ள தனி ஊசல்கள்

(2) ஓர் இசைக் கவையை அதிர்வூட்டி, அதன் சுரத்தைக் கேள். சுரமானியில் இழுத்து நீட்டப்

பட்ட கம்பியின் நீளத்தை மாற்றி இசைக்கவையின் சுரமுள்ள நாதம் உண்டாகும்படி அமை. இப்போது கம்பியின்மீது மிகச் சிறிய காகித ஏறியை (Paper rider) வை. இசைக்கவையை அதிர்வூட்டி சுரமானியின் பெட்டிமீது வை. ஏறி, தூக்கி எறியப்படுவதைக் கவனி.

(3) ஒரு குழாயிலுள்ள காற்றுத் தம்பத்தின் இயலடுக்கம் அதன் நீளத்தைப் பொறுத்தது. ஓர் இசைக்கவையை அதிர்வூட்டி அதன் அடுக்கத்திற்கேற்ற காற்றுத்தம்பத்தின் இயலடுக்கத்தைப் பெறக் குழாயின் நீளத்தை மாற்றி அமை. இப்போது அதன் அருகே அதிரும் இசைக் கவையைப் பிடி. பெரியதொரு ஒலி கேட்கும்.



படம் 18-5.
இசைக் கவையின் ஒலி முழக்கம்

ஓர் உயரமான சாடியில் நீர் எடுத்துக்கொள். கண்ணாடி அல்லது உலோகத்தாலான இருபுறம் திறந்த குழாய் ஒன்றை எடுத்துக் கொள். அது ஏறத்தாழ நீரில் மூழ்கியிருக்கும்படி செய்து வை. இசைக்கவையை அதிர்வூட்டிக் குழாயின் வாயருகே வை. குழாயைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக உயர்த்து. ஒரு நிலையில் ஒலியின் முழக்கம் சிறந்து விளங்கும். இதுவும் ஒருங்கியைவினால் ஏற்படுவதே. மேலும் வேறு சில பெரிய நீளங்களுக்கும் ஒலியின் முழக்கம் சிறப்பாகக் கேட்கும்.

### வினாக்கள்

1. குறுக்கலை, நெட்டலை - வரையறை கூறு.
2. ஒலியின் வேகம் 330 மீ / நொடி. ஓர் இசைக் கவையின் அடுக்கம் 256 அலைவுகள் / நொடி என்றால் என்ன? அதன் அலை நீளம் எவ்வளவு?
3. ஒலிபரவும் விதத்தை விளக்கு.
4. ஒருங்கியைவு அல்லது ஒத்த அதிர்வு என்றால் என்ன?
5. ஒலி ஒருங்கியைவை விளக்கும் சோதனை இரண்டினைக் கூறு.

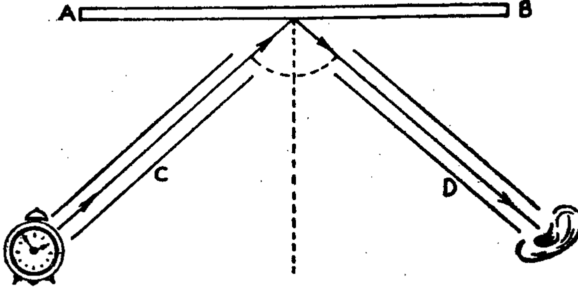
## 19. ஒலி பரவும்போது ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள்

### எதிரொலித்தல்

ஒலி அலைகளும் ஒளியைப் போன்ற ஒரு தடுப்பில் எதிரொலிக்கும். அவ்வாறு எதிரொலிக்கும் போது (1) படுகோணமும், மீள்கோணமும் சமம், (2) தடுப்பில்படும் அலைகளும் எதிரொலிக்கும் அலைகளும் ஒரே தளத்தில் அமைந்திருக்கும். இவற்றைச் சோதனை மூலம் மெய்ப்பித்துக் காட்டலாம்.

**சோதனை - 1:** *AB* என்பது எதிரொலிக்கும் தடுப்புத்தளம். *C*, *D* என்ற இரு கண்ணாடிக் குழாய்களை *AB*-யுடன் சமகோணங்கள் உண்டாக்கும்படி அமை. குழாயின் முன் ஒரு கடிகாரத்தை வை. *C*-குழாய் மூடியின் அருகில் காதை வைத்துப்பார். கடிகாரத்தின் ஒலி தெளிவாகக்

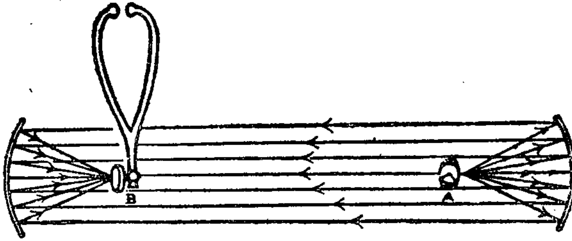
கேட்கும். C-குழாயை வேறு ஏதாவது நிலையில் திருப்பி வைத்தால் ஒலி கேட்காது.




படம் 19-1.
எதிரொலித்தல்

*AB* - எதிரொலிக்கும் தளம் (கண்ணாடித் தட்டு)
*C,D* - கண்ணாடிக் குழாய்கள்

**சோதனை - 2:** இதுபோலவே கோளக ஆடிகளையும் கொண்டு ஆடியினால் எதிரொலிப்பு ஏற்படுவதையும் காட்டலாம். இரு குழி ஆடிகள்




படம் 19-2.
கோளக ஆடியில் எதிரொலிப்பு
*A, B* - முக்கியக் குவியங்கள்

ஒன்றையொன்று எதிர்நோக்கி இருப்பதுபோல் படத்தில் காட்டியபடி ஒரே கிடையான அச்சில் இருக்கும்படி அமை. *A, B*-முறையே அவற்றின்

முக்கிய குவியங்களாக இருக்கட்டும். *A*-யில் ஒரு கைக்கடிகாரத்தை வை. *B*-யில் ஒரு ஸ்டெத்தாஸ் கோப்பை வைத்துக்கேட்டால் கடிகார ஒலி தெளி வாகக் கேட்கும். பிற புள்ளிகளில் ஸ்டெத்தாஸ்கோப் இருக்கும்போது ஒலி தெளிவாகக் கேட்காது.

**ஒலிவிலகல்**

(1) ஒளியைப்போன்றே ஒலியும் விலகல் அடை கின்றது. **ஒலிக்கதிர்கள் அல்லது ஒலி அலைகளின் முகப்பு வளைந்து செல்வதற்கு ஒலி விலகல் என்று பெயர்.** இவ்வாறு ஏற்படக் காரணம் (1) ஒலி ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றோர் ஊடகத்திற்குச் செல்வது.

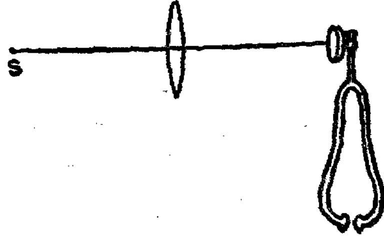
(2) காற்று வீசுவது (3) காற்றின் வெப்பநிலை வெவ்வேறாக இருப்பது.

**வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள இரு ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தை ஒலி அலைகள் கடக்கும்போது ஒலி விலகல் ஏற்படுகிறது.** ஒலி விலகல் விதிகளும் ஒளிவிலகல் விதிகளைப் போன்றே உள்ளன. ஒரு வாயுவையும் ஒரு நீர்மத்தையும் பிரிக்கும் தளத்தை ஒலி அலைகள் கடக்கும்போது ஒலியின் பெரும் பகுதி எதிரொலிக்கப்படுகிறது. விலகல் அடையும் ஒலி மிகக்குறைவு. ஆனால் திண்மப் பொருளிலிருந்து நீர்மத் திற்கோ மற்றொரு திண்மப்பொருளுக்கோ செல்லும் போது பெருமளவு ஒலி அலைகள் ஒலி விலகல் அடை கின்றன.

**சோதனை:** ஒலிவிலகல் லென்சுகளிலும் ஏற்படும். இதனைச் சோதனை மூலம் மெய்ப்பிக்கலாம்.

குவிலென்சு அமைப்புள்ள ஒரு பலூனில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை நிரப்பு. அதனை நிலை யாக நிற்கும்படி ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி வை. ஒலியின் வேகம் காற்றிலிருப்பதைவிடக் கார்பன்-டை-

ஆக்ஸைடில் குறைவு. பலூன் ஒலிக்குக் குவிலென்சாக அமைந்து வேலை செய்யும். அந்த லென்சின் முக்கிய அச்சில் உயர்ந்த சுரம் கொண்ட ஒலியின் உதவியால் மற்றொரு பக்கத்தில் ஒலிப்பிம்பத்தை ஒரு ஸ்டெத்தாஸ் கோப்பின் மூலம் பெறலாம்.




படம் 19-3.
குவிலென்சில் ஒலி விலகல்

ஒலிக்கும், ஒளியைப் போலவே

$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ என்ற வாய்ப்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, $f$-ன் மதிப்பைக் காணலாம்.

## எதிரொலி (Echo)

எதிரொலி இயற்கையாகவுள்ள மலை போன்ற தடுப்புகளால் அல்லது சுவர், கட்டடங்கள் போன்ற செயற்கைப் பொருள்களால் ஏற்படக்கூடியது. சில இடங்களில் எதிரொலி மிகத் தெளிவாகக் கேட்கும். இப்படித் தெளிவான எதிரொலியைக் கேட்க, எதிரொலிக்கும் பரப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கப்பால் இருக்கவேண்டும். இவ்விரு ஒலிகளுக்குமிடையே $\frac{1}{10}$ நொடி நேரம் இருக்கவேண்டும். ஒலி $\frac{1}{10}$ நொடியில் $\frac{331.4 \times 1}{10}$, 33.1 மீட்டர் தூரம் போகும். ஆதலால் எதிரொலிக்கும் பரப்பு குறைந்தது $\frac{33.1}{2}$, அதாவது 16.55 மீட்டர் தூரத்தில் இருக்கவேண்டும். தடுக்கும்

பொருள் வெகுதொலைவில் இருந்தால் எதிரொலி தாமதமாக ஆனால் தெளிவாகக் கேட்கும்.

## தாழ்குரல்பெருக்கும் மாடங்கள் (Whispering Galleries)

சில கட்டடங்களில் கீழ் தளத்தில் மிகச்சிறிய ஒலியை எழுப்பினால் எதிர் முனைகளில் மிகவும் பெரிதாக்கப்பட்டு கேட்கப்படுகிறது. நடுவில் இருப்பவர்களுக்கு ஒன்றுமே கேட்காது. முகட்டின் ஒரு பாகம் எதிரொலிக்கும் பரப்பாகிறது. ஒலி அலைகள் முக்கியக் குவியங்களில்தான் ஒன்றுசேரும் எனப் பார்த்தோம். எனவே இத்தகைய கட்டடங்களைத் தாழ்குரல்பெருக்கும் மாடங்கள் எனக்கூறுகின்றனர். இவ்வித அமைப்புகள் சிசிலியில் உள்ள கிர்ஜென்டி, ரோம் நகரில் உள்ள தூயஜான் லார்ன்டேர்ன் தேவாலயம், வாஷிங்டனிலுள்ள காபிட்டல் (Capital) எனப்படும் அந்நாட்டு மக்கள்மன்றத்திலுள்ள ஸ்ட்ராஸ் கூடம் (Hall of Strauss), இலண்டனிலுள்ள தூயபால் தேவாலயம் (St. Paul's Church) போன்ற இடங்களில் பல மாடங்களில் உள்ளன. நம் நாட்டில் கோல்கும்பஸ் என்னும் இடத்திலும் இதனைக் காணலாம்.

## தொடர்முழக்கம் (Reverberation)

சில சமயங்களில் இடி முழக்கத்தைத் தொடர்ந்து தொடர்ச்சியான ஒலியைக் கேட்டிருப்பீர்கள். அவ்வொலி மேன்மேலும் ஒலிக்கும்போது முழக்கம் குறைவாகிக் கடைசியில் வலுவிழந்து கேட்கப்படுகிறது. இது பல்முறை எதிரொலிப்பதால் ஏற்படுகின்றன.

ஓர் அறையில் உண்டாக்கப்படும் வன்மையான குறுகிய கால ஒலி பல திசைகளிலும் அழுத்தமுள்ள அலைகளைப் பரவச் செய்கிறது. சுவர்களில்

அலைகள் பலமுறைமோதிக் குறைந்த வீச்சுடைய அலைகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் கேட்போரின் காதை வந்தடைகின்றன. இவ்வித அலைகள் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக வலுவிழந்து கடைசியில் கேட்க முடியாத அளவுக்கு வந்துவிடும். இதனால் இப்படிப்பட்ட அறைகளில் உச்சரிக்கப்படும் வார்த்தைகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து தெளிவாகப் புரிந்துகொள்ள முடியாதபடி ஆகின்றன. கேட்போருக்கும் இது வெறுப்பை ஊட்டும். இதனையே **தொடர்முழக்கம்** என்பர்.

இசைக்கூடங்களிலும், பேச்சரங்குகளிலும் ஓரளவிற்கு இவ்வித எதிரொலிப்பு ஏற்படச் செய்யவேண்டும். இதனால் ஒலியின் தன்மை இனிமையாக இருக்கும். ஆனால் இதே எதிரொலிப்பு ஓரளவிற்கு அதிகமாக நீடித்தால் ஒலியின் இனிமை இழக்கப்பட்டு விடும்.

**கடலின் ஆழம் அறிதல்:** கடலின் ஆழம் தேசப் படத்தில் குறிக்கப்பட்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். கடலின் ஆழத்தை அறிய ஒரு வெடியினால் ஏற்படும் ஒலிஅலையைக் கடலின் அடிப்பாகத்திற்கு அனுப்பி அதனைத் திரும்பப்பெறுகிறார்கள். ஒலி அலை போய்வர எடுத்துக் கொண்ட நேரத்தைக் கணக்கிட்டு அங்கு ஆழம் காணமுடிகிறது. இதற்கெனத் தனிக் கருவிகளும் உள்ளன. **ஹைடிரோ போன்கள்** (Hydrophones) மிகச்சிறிய ஒலியையும் பதிவு செய்யும்.

உப்பு நீரில் ஒலியின் வேகம் 1435 மீ / நொடி

ஒலி சென்று திரும்பிவர நேரம் 5 நொடி எனக் கொள்வோம்.

$$2 \times \text{ஆழம்} = 1435 \times 5 \text{ மீட்டர்}$$

$$\text{ஆகையால் ஆழம்} = \frac{1435 \times 5}{2}$$

$$= \frac{7175}{2} = 3587.5 \text{ மீட்டர்}$$

ஒரு கப்பல் சென்று கொண்டிருக்கும்போதே தொடர்ச்சியாக ஆழத்தை அறியக் கருவிகள் உள்ளன. இதற்கு உயர்ந்த அழுத்தம்கொண்ட ஒலிஅலைகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள், மீன் கூட்டங்கள், நீரினடியில் புதையுண்டிருக்கும் பொருள்கள் ஆகியவற்றை எடுக்க சோனார் (Sonar) என்னும் இவ்விதக் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. தற்காலத்தில் மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்தும் ரேடார் (Radar) கருவிகள் பயன்படுகின்றன.

## பூமியின் எண்ணெய்த் தேக்கத்தை அறிதல்

நீரில் புதையுண்டிருக்கும் பொருள்களைக் கண்டறிவதைப்போலவே பூமியில் புதையுண்டிருக்கும் எண்ணெய்ப்பகுதிகளைக் கண்டறிய இவ்வித ஒலி அலைகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இவற்றில் எண்ணெயில் எதிரொலிப்பதும், அதன் பிறகு அடியிலுள்ள திண்மப் பொருள்களில் எதிரொலிப்பதும், தனித்தனியே கேட்கும். முன்புபோலவே எதிரொலிக்கும் நேரத்தைக் கண்டு எண்ணெய் உள்ள ஆழத்தையும் அது தேங்கியிருக்கும் அளவையும் கணக்கிடுகிறார்கள். இதுபோலவே பூமியின் அடியில் புதையுண்டிருக்கும் இதர இயற்கைப் பொருள்களையும் கண்டறிய முடிகிறது.

## கட்டட ஒலி ஆய்வியல் (Acoustics of buildings)

சில பெருங்கூடங்கள் மேடைப்பேச்சிற்கோ, இசைநிகழ்ச்சிக்கோ ஏற்றதாக அமைவதில்லை. இதற்குக் காரணம் அவற்றில் பெருமளவில் தொடர் முழக்கம் இருப்பதே. இவற்றைத் தவிர்க்கக் கட்டட அறிவியல் வல்லுநர்கள் பொருள்களின் ஒலி **உறிஞ்சும் ஆற்றல்** (Absorption properties). ஒலிகாப்புத்தன்மை (Insulation) போன்ற

வற்றைக் கணக்கிட்டு ஒருங்கியைவு ஏற்பட உதவும் அடுக்கங்களைக் கண்டறிவர். எவ்வளவு நேரம் தொடர்முழக்கம் இருக்கவேண்டும்; கூடத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒலியின் முழக்கம் சீராக இருக்கவேண்டும்; எதிரொலிக்கும் ஒலிஅலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மட்டும் குவிந்து அங்குள்ளோருக்கு அதிக இரைச்சலை உண்டுபண்ணாதிருக்கவேண்டும் என்பனவற்றையெல்லாம் கவனித்துக் கூடங்களைக் கட்டச் சரியான திட்டம் தீட்டுகின்றனர்.

இப்போது திட்டமிட்டுக் கட்டப்படும் கூடங்களில் தொடர்முழக்க நேரம் பேச்சுக்கு 1.6 நொடியாகவும், இசைக்கு 2 நொடியாகவும் அமைக்கின்றனர். பக்கச்சுவர்கள் இணையாக அமைவதால் தேவையற்ற எதிரொலிப்புகள் உண்டாவதால் அவற்றை அகற்ற ஒலியை உறிஞ்சும் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பதையும், சன்னல்களின் அளவுகளையும் அமைப்புகளையும் உட்கூரையின் அமைப்பையும் கட்டடக்கலை வல்லுநர்கள் கணக்கிட்டு அளவுகளை வகுத்துத் தருகின்றனர்.

தமிழ் நாட்டில் காஞ்சி அரசர்களுக்காகவும், தஞ்சை அரசர்களுக்காகவும் பழங்காலச் சிற்பிகள் கட்டிய கூடங்கள் மேடைப்பேச்சும், நல்ல இசையும் சிறப்பாகக்கேட்க உகந்ததாக இருந்திருக்கின்றன. இவ்விடங்களில் தாழ்வான உட்கூரையாலும், மூலைகளில் சிற்பங்கள் அமைப்பதாலும், சுவர்களைச் சொரசொரப்பாக அமைப்பதாலும் உட்கூரையும், தரையும் பளபளப்பாயிருக்கும்படியும் செய்து இசையும், பேச்சும் தெளிவாகவும் இனிமையாகவும் கேட்க வசதியாக அமைத்துள்ளனர்.

**செவிப்புல வரம்பு (Limits of audibility)**

அதிர்வு செய்யும் ஒலிஅலைகள் அனைத்தும் மனிதருடைய காதுகளுக்குக் கேட்பதில்லை. நம் காதுகளால் சுமார் 20 முதல் 20,000 வரை அடுக்கம் கொண்ட ஒலியையே உணர முடியும். இந்த அடுக்க வரம்பையே **செவிப்புல வரம்பு** என்கிறோம்.

**கேளாஒலிஅலைகள் (Ultrasonics)**

**நொடிக்கு 20,000 அலைகளுக்குமேல் அடுக்கம் உள்ள ஒலிஅலைகள் கேளாஒலிஅலைகளாகும்.** நொடிக்குச் சில மில்லியன் அலைகள் வரை கூட ஏற்படுத்தக்கூடிய கருவிகள் தற்காலத்தில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

கேளாஒலிஅலைகள் பல வழிகளில் பயன் படுகின்றன. இவை, எதிரொலிப்பின் மூலம் ஆழம் காணப்பயன்படுகின்றன. சோனார் (ஆஸ்டிக்) முறையால் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களின் இருக்குமிடத்தையும் எதிரொலிப்பின் மூலம் காணமுடிகிறது. உலோகங்களில் உள்ள வார்புக்குறை (Flaw), ஓரினத்தன்மை (Homogenity) ஆகியவற்றைக் கண்டறியவும் இவை பயன்படுகின்றன. ஒன்றோடொன்று கலக்காத நீர்மங்களை ஒன்றாகக் கலக்கி ஓரினமாக்கி பாய்மங்களாக்குவதற்கும், பொருள்களின் மிகநுண்ணிய தடிமன்களை அளப்பதற்கும், கடினமான பொருள்களைக் குடைவதற்கும், பாலிலுள்ள கிருமிகளைக் கொல்வதற்கும் கேளாஒலிஅலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**வினாக்கள்**

1. எதிரொலிப்பதை விளக்கும் ஒரு சோதனையைக் கூறு.
2. ஒலிவிலகல், ஒளிவிலகல் போன்றதே என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

3. எதிரொலிப்பு ஏற்பட நிபந்தனைகள் யாவை?

4. தாழ்குரல்பெருக்கும் மாடம் - சிறு குறிப்பு வரைக.

5. கடலின் ஆழத்தைக் கண்டறிவது எப்படி?

6. இசைக் கச்சேரிக்கான கூடங்களை அமைப்பதில் கவனிக்கவேண்டிய குறிப்புகள் யாவை?

7. கேளாஒலிஅலைகளின் பயன்கள் யாவை?

# VI. காந்தவியலும் மின்னியலும்

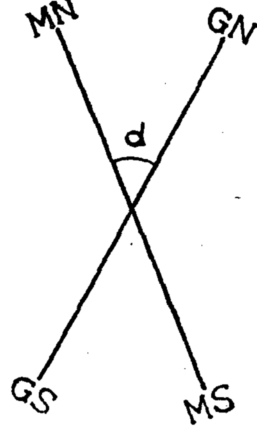
## 20. புவிக் காந்தம்

நூலில் கட்டித்தொங்கவிடப்பட்ட ஒரு காந்தம் வட தென் திசையாக அமையும் என்பது நீங்கள் அறிந்ததே. இவ்வாறு அமையும் வட தென் திசையைக் குறிக்கும் கோடு புவிபரப்பின்மீது வெவ்வேறு இடங்களில் புவியின் வடதென் துருவங்களை இணைக்கும் கோட்டிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும். புவிக்காந்தக் கொள்கைப்படி புவியானது ஒரு பெரும் இயற்கைக் காந்தமாகக் கருதப்படுகிறது. இவ்வியற்கைக் காந்தத்தின் வடதுருவம் புவியின் தென்துருவத்திற்கு அருகிலும், காந்தத்தின் தென் துருவம் புவியின் வட துருவத்திற்கு அருகிலும் அமைந்துள்ளன. புவியில் ஒரு பெரிய காந்தம் புதையுண்டு இருப்பதுபோன்று, காந்தப்புலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. உண்மையில் அப்படிப்பட்ட காந்தம் ஏதுமில்லை. காந்தத்துருவங்கள் புவித்துருவங்களுடன் பொருந்தி இல்லாமலே காந்த ஊசி புவித்துருவங்களை இணைக்கும் கோட்டிலிருந்து விலகியே நிற்கின்றது.

புவியின் வடதென் துருவங்களின் வழியாகச் செல்லுமாறு அமைந்த ஒரு செங்குத்துத்தளம் அவ்விடத்தில் **புவியியல் துருவத்தளம்** (Geographic meridian) எனப்படும். இதுவே தேசப் படங்களில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

புவியின்மீது ஓரிடத்தில் புவிக்காந்த வட தென் துருவங்களின் வழியே செல்லுமாறு அமைந்த

ஒரு செங்குத்துத் தளம் அவ்விடத்தில் **காந்த துருவத்தளம்** (Magnetic meridian) எனப்படும். அசையும் காந்த ஊசி நிலையாக நின்றபிறகு காந்தம் வட தென் துருவங்களைக் காட்டும்போது அக் காந்தத்தின் அச்சே புவியின் மீது அவ்விடத்தின் வழியாகச் செல்லும் **காந்த அச்சு** ஆகும்.




படம் 20-1.
காந்த துருவத்தள விலக்கக் கோணம்

*MN* - காந்தத் துருவத்தின் வட துருவம்
*MS* - காந்தத் துருவத்தின் தென் துருவம்
*GN* - புவியியல் வட துருவம்
*GS* - புவியியல் தென் துருவம்
*d* - விலக்கக்கோணம்

**காந்த துருவத்தள விலக்கக் கோணம் (Declination)**

ஓரிடத்தில் புவியின் அச்சுக்கும் காந்த அச்சுக்கும் இடையே அமைந்த கோணமே **காந்த அச்சு விலக்கக் கோணம்** அல்லது விலக்கம் எனப்படும்.

இக்கோணம் புவியின் ஒவ்வோர் இடத்திலும் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. உலகின் சில இடங்களில் புவியின் அச்சும் காந்த அச்சும் ஒன்றாகவே இருக்கலாம். எனவே, இவ்விடங்களில் காந்தத் துருவதள விலக்கம் சுழியாக இருக்கும். காந்த அச்சு விலக்கத்தின் மதிப்பு இடத்துக்கு இடம் மாறும். எடுத்துக்காட்டாக, 1973-ல் சென்னையில் அதன் மதிப்பு 2.75° மேற்கு. திருச்சியில் 2.2° மே இதுமட்டுமல்ல ஒரே இடத்தில் இதன் மதிப்பு ஆண்டு தோறும் சிறிது மாறக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக,

| இடம் | வருடம் | காந்த துருவத்தள விலக்கக்கோணம் |
|---|---|---|
| சென்னை | 1946 | 2.75° மே |
| சென்னை | 1966 | 1.90° மே |
| சென்னை | 1973 | 2.75° மே |

**சரிவுக் கோணம்** (Angle of Inclination or Dip)

ஒரு காந்தஊசியை அதன் புவிஈர்ப்புத் தளத்தில் அச்சு கிடையாக இருக்கும்படி காந்தஅச்சில் நிற்குமாறு செய்தால் காந்தஊசி கிடையாக நிற்காது. சற்றுச் சரிவாகவே நிற்கும். இதனால் தென், வட துருவம் கிடைக்கோட்டோடு ஒரு கோணத்தை உண்டாக்கும். இக் கோணத்திற்குச் **சரிவுக் கோணம்** எனப்பெயர்.

**ஓரிடத்தில் புவிக் காந்தப்புலதிசை கிடைத் தளத்துடன் உண்டாக்கும் கோணமே சரிவுக் கோணம்** எனப்படும். இதன் மதிப்பு சென்னையில் 11°-யும் திருச்சியில் 6°-யும், பெங்களூரில் 11°-யுமாக உள்ளது. இதனை நாம் ஆய்வுக் கூடத்திலேயே கண்டறியலாம்.

**புவிக் காந்தப்புல கிடைத்தள வலிமை** (Horizontal Intensity of Earth's Magnetic Field)

புவிக் காந்தப்புலம் கிடைத்தளத்திற்குச் சற்றே சரிவாகச் செயல்படுகிறது எனப் பார்த்தோம். எனவே, அதனைக் கிடைத்தளத்திலும் செங்குத்துத்தளத் திலுமாக இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். **ஓரிடத்தில் புவிக் காந்தப்புல வலிமையின் கிடைத்தளக்கூறு புவிக் காந்தப்புல கிடைத்தள வலிமை எனப்படும்.** இதன் மதிப்பு சென்னையிலும் திருச்சியிலும்

(அதாவது, தமிழ்நாட்டில்) 0.38 ஊர்ஸ்டட் (Oersted) ஆகும்.

### வினாக்கள்

1. ஓரிடத்தின் காந்தஅச்சு என்றால் என்ன?
2. 'காந்த அச்சின் விலக்கக் கோணம்' என்பதை விளக்கு.
3. காந்தச் சரிவுக்கோணம் என்றால் என்ன?
4. புவிக் காந்தப்புலன் கிடைத்தள வலிமை என்பதை விளக்கு.
5. தமிழ்நாட்டில் காந்தப்புல கிடைத்தள வலிமையின் மதிப்பு யாது?

## 21. மீவளி மண்டலங்களின் தன்மைகள்

### மீவளி காந்தமண்டலம் (Magnetosphere)

பூமியின் காந்த ஆற்றலுக்குக் கூறப்படும் பல விளக்கங்களில் முக்கியமான ஒன்று புவியைச் சுற்றியுள்ள மீவளி காந்தமண்டலத்தைப் பற்றிய தாகும். இது புவியைச் சுற்றிலும் சுமார் 3000 கி.மீ.-க்குமேல் 1 இலட்சம் கி.மீ.-வரை உள்ளது. சூரியனிலிருந்து வரும் மின்துகள்கள் இதில் பட்டுப் புவியின் காந்தப் புலத்தைப் பாதிக்கின்றன. இவற்றா லேயே காந்தப்புயல் ஏற்படுகின்றது. ரேடியோவின் மின்காந்த அலைகளை இவை பாதிக்கின்றன.

இம் மீவளி மண்டலத்தில் மிகச்சிறிய அளவி லுள்ள வாயுக்கள் தம் இயற்கை நிலையில் இல்லை. அவை அயனிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்த நேர்மின் புரோட்டான் மண்டலம்

சுமார் 3200 கி.மீ. உயரத்திலும், ஆற்றல் மிக்க நேர் மின் மண்டலம் சுமார் 14,000 கி.மீ. உயரத்திலும் காந்த நிலநடுக்கோட்டின் மேலே காணப்படுகின்றன. இவற்றை **வான் ஆலன் கச்சைகள்** (Van Allen Belts) என்பர். இவை 1958-ல் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. இவற்றால் புவிக்கும் காந்த ஆற்றல் ஏற்படக் கூடும். சமீப காலத்தில் இவைபற்றிய ஆராய்ச்சிகள் விண்கோளுக்கிடையே ஏற்பட்ட போக்கு வரத்தினால் மேலும் நிரம்ப நடைபெற்றுள்ளன. எனினும், இவைபற்றி மேலும் அறிய வேண்டியவை நிரம்ப உள்ளன.

**மீவளி அயனிமண்டலம்** (Ionosphere)

மீவளி காந்தமண்டலத்திற்குக் கீழே உள்ளது மீவளி அயனிமண்டலம். இதில் **கென்னலி ஹெவிசைடு அடுக்கு** 100 கி.மீ. முதல் 200 கி.மீ. உயரம் வரை உள்ளது. இதனை $E$ அடுக்கு என்பர். இதற்குமேல் **ஆப்பிள்டன் அடுக்கு** உள்ளது. இது 250 கி.மீ. முதல் 300 கி.மீ வரை உயரம் உள்ளது. இதனை $F$ அடுக்கு என்பர். மின்காந்த அலைகளாகிய ரேடியோ அலைகளை இவை எதிரொலிக்கின்றன.



படம் 21-1.
பெஞ்சமின் ஃப்ராங்களின்

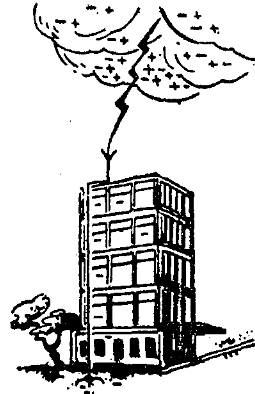
**அடிவளி மண்டலம்** (Troposphere)

புவியோடு ஒட்டியுள்ள அடிவளிமண்டலம் சுமார் 10 கி.மீ. உயரம் வரை உள்ளது. இதில் மேகங்கள் காணப்படுகின்றன. சில

சமயங்களில் மின்னூட்டம் பெற்றும் இம் மேகங்கள் அருகிலுள்ள உயரமான மரம், கட்டடம் முதலிவற்றில் மின்னூட்டம் ஏற்படச் செய்து மின்சாரம் பாயச் செய்கின்றன. இதையே 'மின்னல் தாக்கு' அல்லது 'இடி தாக்குதல்' எனக் கூறுகிறோம். இத் தாக்கிலிருந்து கட்டடங்களைக் காப்பாற்ற **பெஞ்சமின் பிராங்களின்** என்ற அறிவியல் மேதை ஒரு வழியைக் கண்டறிந்தார்.

## மின்னல் கடத்திகள் (Lightning Arresters)

பெரிய கட்டடங்களின்மீது உச்சியில் கூர் முனைகளுடன் கூடிய உலோகக் கம்பியைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இவை இக் கட்டடங்களை மின்னல் தாக்காமல் பாதுகாக்கின்றன. பட்டையான தாமிரக் கம்பியுடன் உலோகக் கூர்முனை இணைக்கப்பட்டு அக் கம்பி கட்டடத்தின் வெளிப்புறத்தில் கீழ்வரை கொண்டுவரப்பட்டு, பூமியில் புதைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு தட்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கம்பி வளைவு ஏதுமில்லாமல் நேராகப் பூமிக்குள் செலுத்தப்பட்டுள்ளது. நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட மேகம், உலோகக் கூர்முனையை நெருங்கும்போது எதிர் மின்னோட்டம் கூர்முனையிலிருந்து கசிந்து சென்று மேகத்தினுள் மின்னூட்டத்தை நடுநிலை பெறச் செய்துவிடுகிறது. இவ்விதம் நடைபெறும் போது சில சமயங்களில், மின்னல் மின்கடத்தியைத் தாக்குவதுண்டு. அப்போது மிக அதிகமான மின்னழுத்தமானது கட்டடத்தைத் தாக்கிப் பழுதாக்காமல், **உலோகக் கம்பியின் மூலம் பூமிக்குள் வேகமாகப**



படம் 21-2.
மின்னல் கடத்திகள்

பாய்ந்துவிடும். மின்னல் கடத்திகள் சரியாகப் பொருத் தப்படாதிருந்தால் கட்டடம் தாக்கப்படக்கூடும்.

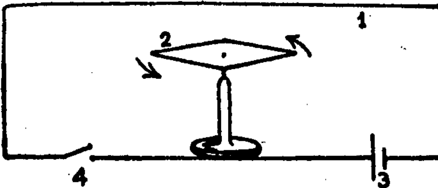
**வினாக்கள்**

1. மீவளி காந்தமண்டலத்தைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரை.
2. வான் ஆலன் கச்சைகள் என்பவை யாவை?
3. E, F அடுக்குகள் என்பவை யாவை? அவற்றின் பயன் யாது?
4. மின்னல் தாக்கு என்பது என்ன?
5. மின்னல் கடத்திகள் எவ்வாறு செயல்படு கின்றன?

## 22. மின்காந்த விதிகள்

மின்சாரத்தின் காந்தப் பயனைப்பற்றியும் மின் காந்தங்களைப்பற்றியும் சென்ற வகுப்பில் பார்த்தோம். மின்னோட்டத்தின்போது ஏற்படும் காந்தப் புலத்தைப் பற்றிய இரு விதிகளை இப்போது நாம் காண்போம்.

**ஆம்பியர் விதி**




படம் 22-1. ஆம்பியர் விதி

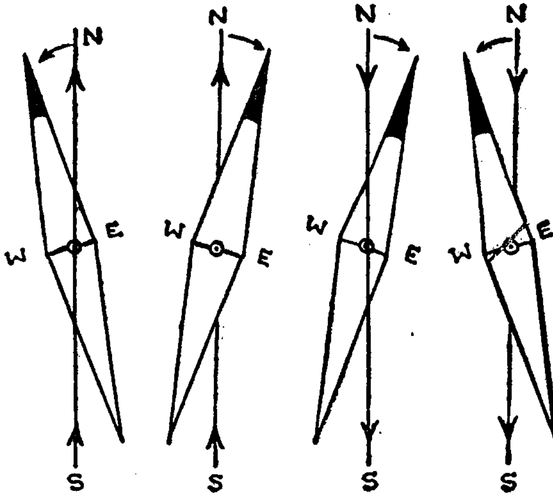
1. மின் சுற்று 2. காந்த ஊசி
3. பாட்டரி 4. சுவிச்சு

**மின்கடத்தி ஒன்றின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லும்போது மின்னோட்டத்தின் திசையில் காந்த ஊசியை நோக்கி ஒருவன் நீந்துவதாகக் கொண்**

**டால் காந்தஊசியின் வடதுருவம் அவனது இடப்புறமாக விலகும்** என்பது ஆம்பியர் விதியாகும்.

**சோதனை:** (a) காந்தஊசியின்மேல் மின்னோட்டம் பாயும் ஒரு கம்பியைப் படத்தில் காட்டியிருப்பதுபோல் பிடி. மின்னோட்டம் தெற்கிலிருந்து வடக்காகச் செல்லும்படி செய். காந்தஊசியின் வடதுருவம் எந்தத் திசையில் திரும்புகிறது என்று பார்.

(b) இப்போது காந்தஊசியின்கீழ், அதே மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியைப் பிடி. காந்த ஊசியின் வடதுருவம் திரும்பும் திசையைக் கவனி.




படம் 22-2.

காந்தஊசியின் வடதுருவம் விலகும் திசை

*N* - வடக்கு *S* - தெற்கு *E* - கிழக்கு *W* - மேற்கு

(c) மின்னோட்டத்தின் திசையை வடக்கே இருந்து தெற்கே செல்லும்படி செய். கம்பியைக்

காந்தஊசியின்மேல் பிடி. காந்தஊசியின் வட துருவம் திரும்பும் திசையைக் கவனி.

(d) மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றாமல், கம்பியைக் காந்தஊசியின்கீழே பிடி. காந்தஊசியின் வடதுருவம் திரும்பும் திசையைக் கவனி.

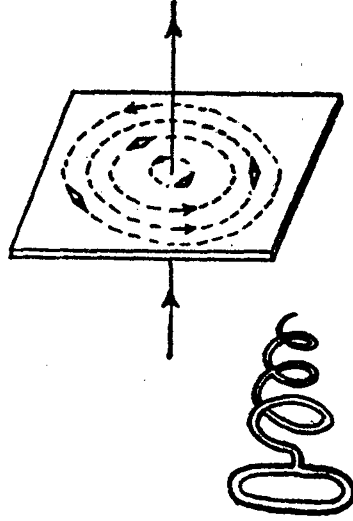
மேற்கூறிய நான்கு சோதனைகளிலும் நாம் கண்ட உண்மைகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தலாம்.

| எண் | மின்னோட்டத்தின் திசை | கம்பி வைக்கப் படும் இடம் | காந்த ஊசியின் வடதுருவம் திரும்பும் திசை |
|---|---|---|---|
| 1. | தெற்கிலிருந்து வடக்கே | காந்தஊசிக்கு மேலே | மேற்கு நோக்கி |
| 2. | தெற்கிலிருந்து வடக்கே | காந்தஊசிக்குக் கீழே | கிழக்கு நோக்கி |
| 3. | வடக்கிலிருந்து தெற்கே | காந்தஊசிக்கு மேலே | கிழக்கு நோக்கி |
| 4. | வடக்கிலிருந்து தெற்கே | காந்தஊசிக்குக் கீழே | மேற்கு நோக்கி |

இச் சோதனைகளிலிருந்து ஒரு கடத்தியில் மின்னோட்டம் இருக்கும்போது அக் கடத்தியைச் சுற்றிலும் காந்தப்புலம் இருக்கிறதென்றும் காந்தஊசியின் விசை, அதனுடன் எதிர்வினை புரிவதால் விலக்கம் ஏற்படுகிறதென்றும் தெரிந்துகொள்கிறோம். மேலும், மேற்கூறிய சோதனைகள் ஆம்பியர் விதியை மெய்ப்பிக்கின்றன.

## மாக்ஸ்வெல்லின் தக்கைத் திருகு விதி (Maxwell's Cork Screw Rule)

*காந்தப்புலத்திற்கும் திசை உண்டு. மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் காந்தவிசைக் கோடுகளின் திசையை அறிய ஒரு விதி உள்ளது. வலப்பக்கம் திருகக்கூடிய தக்கைத் திருகைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அதை நாம் பயன்படுத்தும்போது நம் கட்டைவிரல் எத் திசையில் திரும்புகிறது என்று கவனித் திருக்கிறீர்களா? இதனைக் கண்டறிந்து கூறியவர்* **மாக்ஸ்வெல்** *என்பவர். அவர் கூறிய உண்மை வருமாறு:* **மின்னோட்டம் செல்லும் கடத்தியில் மின்னோட்டம் எத்திசையில் உள்ளதோ அத்திசையில் ஒரு வலஞ்சுழி தக்கைத் திருகை பயன்படுத்தித் திருகுவதாகக் கற்பனை செய்து கொண்டால் கையின் கட்டைவிரல் எத்திசையில் திரும்புமோ அத் திசையில்தான் காந்தவிசைக் கோடுகள் உள்ளன.**



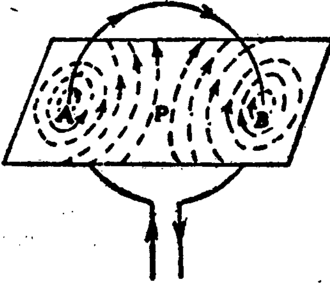
*படம் 22-3.*
*மாக்ஸ்வெல் தக்கைத் திருகு விதி*

**சோதனை:** *தாமிரக்கம்பி ஒன்றை அட்டைத் துண்டின் நடுவே நுழைத்து வெளியே எடு. அதைக் கிடைநிலையில் தாங்கிப் பிடித்துக் கம்பியை ஒரு சாவியுடன் இணைத்து ஒரு சேமக்கலத்துடனோ அல்லது ஒரு மின் கலத்துடனோ இணை. இரும்புத் தூளை அட்டைமீது தெளித்துச் சாவியை இயக்கி*

மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்து. அட்டையை மெது வாகத் தட்டினால் இரும்புத் தூள்கள் பொதுமைய வட்டங்களில் அமைவதைக் காணலாம். சிறிய காந்தஊசியை அந்த வட்டங்களில் பல இடங்களில் வைத்துப் பார்த்தால் காந்தப் புலத்தின் திசை விளங்கும். இதன்படி மாக்ஸ்வெல்லின் விதி சரி பார்க்கப்படுகிறது.

## கம்பிச்சுருள் (Solenoid)

ஒரு வட்ட வடிவக் கம்பிச் சுருளைச் செங்குத்தாக நிற்கும்படி கிடைத்தளத்தில் அமைக்கப்பட்ட ஓர் அட்டையில் *A*, *B* என்ற புள்ளிகளின் வழியே செல் லும்படியாக வை. கம்பி யின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசை குறிக்கப்பட்டுள்ளது. அட் டையின்மீது இரும்புத் தூளைத் தூவிக் கடத்தி யின் வழியே வலிமை மிக்க மின்னோட்டத் தைச் செலுத்து.



படம் 22-4.
கம்பிச் சுருள்

அட்டையை இலேசாகத் தட்டினால் படத் தில் காண்பது போல *A*, *B*-யைப் பொது மையங் களாகக் கொண்ட வட்டங்களில் இரும்புத் தூள் குவிவதைக் காணலாம். இந்தக் காந்தப் புலன் விசைக் கோடுகளை, சிறிய காந்தஊசியைக் கொண்டு அறியலாம். இதிலிருந்து காந்தப்புலம் கம்பிச்சுருள் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது என அறியலாம்.

**மின்காந்தப் புலத்தின் வலிமையானது வரிச்சுற்றுக் களின் எண்ணிக்கை, அதனுள் செலுத்தப்படும் மின்**

**னோட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும், மின்சுற்றின் ஆரத் திற்கு எதிர் விகிதத்திலும் உள்ளது.** ஆரம் சிறியதாக வும், செலுத்தப்படும் மின்னோட்டம் அதிகமானதாக வும் இருந்தால் காந்தப்புலனின் வலிமை மிகவும் அதிக மானதாக இருக்கும்.

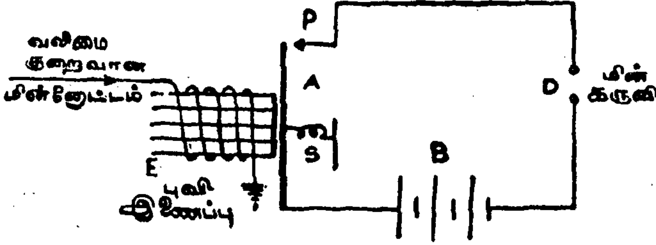
இந்த அடிப்படையில்தான் மின்காந்தங்களிலும் மின்காந்தம் பயன்படும் கருவிகளிலும் காப்பிட்ட கம்பிச்சுருள்கள் உள்ளன. மின்சாரத்தின் உதவியால் நிலைக்காந்தம் உண்டாக்க எஃகுச் சட்டத்தின் மீது கம்பிச்சுருள் சுற்றி நேர்மின்னோட்டத்தைச் செலுத்து வர். மின்சார மணியிலும், தந்திக் கருவியிலும் கம்பிச் சுருள்களைக் காணலாம். மாறுதிசை மின் னோட்டம் பயன்படுத்தும் மின்சார மாற்றிகள் (Transformers) சோக்குகள் ஆகியவற்றிலும் இத்தகைய கம்பிச் சுருள்களைக் காணலாம்.

## இடைமாற்றீடு (Relay)

ஒரு மின்சுற்றில் செலுத்தப்படும் மின்னோட்ட மானது இரண்டாவது மின்சுற்றில் மின்னோட்டத் தைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் கருவிக்கு **இடைமாற்றீடு** என்று பெயர். முதல் மின்சுற்றில் வலிமை குறைந்த மின்னோட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம் மின் னோட்டம் அங்கு மின்காந்தத்தை ஏற்படுத்துகிறது. மின்காந்தக் கவர்ச்சியால் இது இரண்டாவது மின் சுற்றிலுள்ள சுவிச்சை இயக்குகிறது.

ஒருவர் கதவை நெருங்கும்போது அது தானா கவே திறந்துகொள்ளும் அமைப்பு ஒன்று உண்டு. இவற்றில் இடைமாற்றீடுகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. ஒருவர் கதவின் அருகே வரும்போது ஒளி மின்கலம் (Photo Electric Cell) ஒன்றின் மீது பட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஒளியை மறைக்கிறார். இதனால் மின்னோட்டம் தடைபடுகிறது. *A*-என்ற

ஆர்மச்சூர் விடுபட்டு *S* என்ற சுருள்வில் அதனை இழுத்து *P*-என்ற இணைப்புடன் தொடர்பு கொள்கிறது. *D* என்பது ஒரு மின்சார மோட்டாருடன்




படம் 22-5.

இடைமாற்றீடு

*A* - ஆர்மச்சூர் *B* - பாட்டரி

*D* - மின்சார மோட்டாருடன் இணைந்த கருவி

*P* - இணைப்பு *S* - சுருள்வில்

இணைந்த கருவி. இது கதவைத் திறக்கிறது. இவ்வாறு ஒவ்வொரு தடவையும் யாராவது ஒளி செல்வதை மறைத்தால் கதவு தானாகவே திறந்து வழிவிடும்.

பெரிய தொழிற்சாலைகளில் இயந்திரங்கள் ஆபத்தில்லாமல் இயங்குவதிலும் இவ்வித இடைமாற்றீடுகள் பயன்படுகின்றன. தூக்கிகளிலும் (Lifts) மனிதரின் உதவியின்றி தானாகவே இயங்கும் பொறியியல் முறையிலும் (Automation) இடைமாற்றீடுகள் பயன்படுகின்றன.

## வினாக்கள்

1. ஆம்பியரின் விதியைக் கூறு.
2. ஆம்பியர் விதியை ஒரு சோதனை மூலம் விளக்கு.

3. மாக்ஸ்வெல்லின் தக்கைத் திருகு விதி யாது?

4. மாக்ஸ்வெல் விதியை எவ்வாறு சோதனை மூலம் மெய்ப்பிப்பாய்?

5. கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் ஏற்படும் போது உண்டாகும் காந்தப் புலத்தை வரைந்து காட்டுக.

6. மின்காந்தக் கம்பிச் சுருள்கள் வாழ்க்கையில் பயன்படுவதற்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகள் கொடு.

7. இடைமாற்றீடு—சிறுகுறிப்பு வரைக.

8. இடைமாற்றீட்டின் பயன்கள் யாவை?

## 23. ஓம் விதி

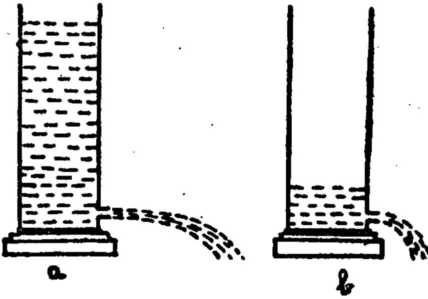
### மின்னழுத்தம்

மின்கருவிகளில் குறிப்பாக மின்விளக்குகளில் அவற்றின் மின்னழுத்தம் வோல்ட்டுகளில் குறிக்கப் பட்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அக்கருவியை அதில் குறிப்பிட்டுள்ளதைவிட அதிக மின்அழுத்தத் திற்குப் பயன்படுத்தக் கூடாது. எடுத்துக்காட்டாக, 6 வோல்ட் என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ள மின்விளக்கு மின்கலங்களைக் கொண்டு எரியும். அதிலும் மின் னழுத்தம் அதற்கு மேற்பட்டால் அம் மின்விளக்கின் இழை உருகிவிடும். இம்மாதிரி மின்விளக்கை நம் வீடு களில் செய்யப்பட்டிருக்கும் மின் இணைப்பில் எரிக்க முயற்சிக்கலாகாது.

நாம் பயன்படுத்தும் பசை மின்கலம் 1.5 வோல்ட் மின்அழுத்தம் கொண்டது. டிரான்ஸ்

சிஸ்டர்களில் 4 அல்லது 6 பசை மின்கலங்களைப் பயன்படுத்துவதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இதனால் 6 வோல்ட் முதல் 9 வோல்டு மின்னழுத்தமே கிடைக்கும். நம் வீடுகளில் நாம் பயன்படுத்தும் மின்சாரத்தின் மின் அழுத்தம் 220 வோல்டுகள்.

மின் அழுத்தமும் நீர் அழுத்தத்தைப் போன்றதே. அதிக உயரத்திலுள்ள நீர்த் தொட்டியிலிருந்து வரும் நீரின் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும். தாழ்வான நிலையிலுள்ள நீர்த் தொட்டியிலிருந்து வரும் நீரின் அழுத்தம் குறைவாகவே இருக்கும். இது போலவே தான் மின் அழுத்தமும். நீர் அதிக அழுத்தத்திலிருந்து குறைந்த அழுத்தமுள்ள இடத்திற்குப் பாய்ந்து வருவது போல், மின்சாரமும் அதிக மின்அழுத்தமுள்ள புள்ளியிலிருந்து குறைந்த அழுத்த புள்ளியை நோக்கிப் பாய்ந்து செல்லும். இதனையே **மின் அழுத்த வேறுபாடு** (Potential Difference) என்கிறோம். மின் அழுத்தத்தை அளக்க **மின் அழுத்தமானி** (Voltmeter) பயன்படுகிறது. மின்கலத்திலிருந்து நமக்குக் கிடைக்கும் மின் அழுத்தத்தை, **மின் இயக்கு விசை** (Electromotive Force) என்கிறோம்.



படம் 23-1.

மின் அழுத்தம் நீர் அழுத்தத்தைப் போன்றதே

வோல்ட்: **ஓர் அலகு மின்னோட்டத்தை ஒரு கடத்தியின் இரு புள்ளிகளிடையே செலுத்தும்போது ஓர் அலகு வேலை செய்யப்படுமானால் அப்புள்ளிகளிடையே உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு ஒரு வோல்ட் ஆகும்.**

**மின்னோட்டம்:** மின்னோட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்சுற்றில் உள்ள மின் தடையையும் மின்னழுத்தத்தையும் பொறுத்து உள்ளது. எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டமே மின்னோட்டமாகும். மின்சாரம் நேர் மின்வாயிலிருந்து எதிர் மின்வாய்க்குப் பாய்கிறது என்று கூறுவது வழக்கம். ஆனால், எலக்ட்ரான்கள் எதிர்த் திசையில் செல்லுகின்றன.

**கூலும் (Coulomb)**

மின்சாரத்தின் அளவை அளக்கப் பயன்படும் அலகு **கூலும்** என்பதாகும். இஃது ஓர் அறிவியல் அறிஞரின் பெயர். அவர் முதன்முதலில் மின்னோட்டங்கள் பற்றிய விதிகளைக் கண்டறிந்ததால் அவர் பெயரை இவ்வலகுக்குச் சூட்டினர்.

மின்னோட்டத்தை **ஆம்பியர்** (Ampere) என்ற அலகால் அளக்கிறார்கள். இதை அளக்கப் பயன்படும் கருவி அம்மீட்டர் (Ammeter) என்ற மின்னோட்டமானியாகும்.

**மின்தடை:** நம் வீடுகளில் வரும் நீரின் ஓட்டத்தைக் குழாய் நன்கு திறப்பதன் மூலமும் சிறிதளவே திறப்பதன் மூலமும் கட்டுப்படுத்துவதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இதுபோலவே தான் மின்னோட்டமும், ஒரு மின் சுற்றிலுள்ள தடையை அதிகரித்தால் மின்னோட்டம் குறைக்கப்படுகிறது. மாறாக, மின் தடையைக் குறைத்தால் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது.

**ஓம் (Ohm):** மின் தடையை அளக்க உதவும் அலகு **ஓம்** எனப்படும்.

**ஓம் விதி:** ஒரு மின்சுற்றிலுள்ள மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம், மின் தடை இவற்றை இணைத்து

ஒரு விதியை ஓம் என்ற அறிவியல் அறிஞர் கூறி யுள்ளார். அது வருமாறு:

**மாறாத வெப்பநிலையில் மின்னோட்டம் மின் அழுத்த வேறுபாட்டிற்கு நேர் விகிதத்திலும், மின் தடைக்கு எதிர் விகிதத்திலும் உள்ளது.**

மின்னோட்டத்தை $I$ என்றும், மின்னழுத்த வேறுபாட்டை $E$ என்றும், மின்தடையை $R$ என்றும் குறித்தால்

$I = \frac{E}{R}$ என்றும் எழுதலாம்.

இதிலிருந்து $R = \frac{E}{I}$ என்றும் $E = IR$ என்றும் பெறப்படும்.

இம் மூன்று அலகுகளில் ஏதேனும் இரண்டு கொடுக் கப்பட்டால் மூன்றாவதைக் கணக்கிடலாம்.

**கணக்கிடுதல்:** (1) ஒரு மின்சுற்றில் 6 வோல்ட் மின்தொகுப்பு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் மின்தடை 20 ஓம் என்றால் மின்னோட்டம் எவ்வளவு?

$$I = \frac{E}{R} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ ஆம்பியர்}$$

(2) ஒரு மின் சுற்றிலுள்ள தடையின் அளவு 20 ஓம், அதில் செல்லும் மின்னோட்டம் 0.5 ஆம்பியர் என்றால் அச்சுற்றின் மின்னழுத்த வேறுபாடு யாது?

$$E = IR = 0.5 \times 20 = 10 \text{ வோல்ட்}$$

(3) ஒரு மின் சுற்றில் 220 வோல்ட் மின்சார இணைப்பு உள்ளது. அதில் 660 ஓம் தடை இருந்தால் அதிலுள்ள மின்னோட்டம் எவ்வளவு?

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{660} = \frac{1}{3} = 0.33 \text{ ஆம்பியர்.}$$

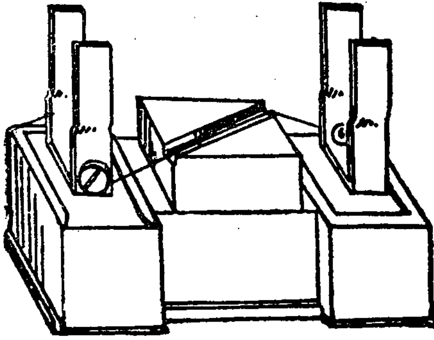
**ஓம்:** ஓம் விதிப்படி $R = \frac{E}{I}$ என்ற சமன்பாட்டில் $E = 1$ வோல்ட், $I = 1$ ஆம்பியர் என்றால் $R = \frac{1}{1} = 1$ ஓம் ஆகும். எனவே **ஒரு கடத்தியின் இரு முனைகளுக்கு இடையே ஒரு வோல்ட்டு மின் அழுத்த வேறுபாடு நிறுவப்படும்போது அதன் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் ஓர் ஆம்பியராக இருந்தால் அக்கடத்தியின் மின் தடை ஓர் ஓம் எனப்படும்.**

**வரம்பு மீறிய மின்னோட்டம்:** மின்கலங்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு மின்சுற்றில் தடை குறைவாக இருந்தால் மின்னோட்டம் அதிகமாக இருக்கும் எனப் பார்த்தோம். இதனால் கம்பி சூடாகும். மின் கலங்களும் சூடாகும். மின்கலங்கள் சீக்கிரமே தம் ஆற்றலை இழந்து விடும். **இதற்கு வரம்பு மீறிய மின்னோட்டம் எனப் பெயர்.**

உயர் அழுத்தத்தில் வழங்கப்படும் மின்சுற்றில் இவ்வித வரம்பு மீறிய மின்னோட்டம் இருந்தால் மின் சுற்றுக் கம்பிகள் சூடடைந்து தீ விபத்துகள் ஏற்படும். வீடுகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் எதிர்பாராத விதமாக மின்சாரம் பாயும் இரு கம்பிகள் ஒன்றோடொன்று பட்டால் குறுக்குச் சுற்று (Short circuit) ஏற்படும். இச் சமயங்களில் மின்னோட்டம் பெருவாரியாகப் பாயும். அப்போது வெப்பம் அதிகரித்து விபத்துகள் ஏற்படக்கூடும். எனவே **மின்சாரத்தால் ஏற்படும் தீ விபத்துகள் வரம்பு மீறிய மின்னோட்டத்தாலும் குறுக்குச் சுற்றாலும் ஏற்படுகின்றன.** இவற்றைத் தடுக்கத் தக்க ஏற்பாடுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

## மின்உருகுஇழை (Fuse)

நம் வீடுகளுக்கு 5 முதல் 10 ஆம்பியர் வரை மின்னோட்டம் வழங்கப்படுகிறது. அதிக மின்கருவிகளை நாம் ஒரே சமயத்தில் பயன்படுத்தினால் வரம்பு மீறிய மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. வீட்டின் முக்கிய சுவிச்சில் (Main switch) உள்ள மின்உருகுஇழை இச் சமயங்களில் அதிக வெப்பத்தால் உருகி விடுவதால் மின்சுற்று துண்டிக்கப்பட்டு விடுகிறது. இதனால் விபத்துகள் தடுக்கப்படுகின்றன.



படம் 23-2.
வரம்பு மீறிய மின்னோட்டத்தில் மின்உருகு இழை

உருகு இழையானது குறைந்த வெப்ப நிலையிலேயே உருகக் கூடியது. குறைந்த உருகு நிலையுள்ள காரீயமும் வெள்ளீயமும் கலந்த கலவையால் ஆனது. மின்னோட்டம் கடத்தும் கம்பி தீ விபத்தை உண்டாக்கும்அளவிற்கு சூடாகும் முன்பே இந்த உருகும் இழை உருகி விடுகிறது. இதனால் மின்சுற்றுத் துண்டிக்கப்படுகிறது. உருகுஇழை வெண்ணிறமான பீங்கான் தாங்கியில் வைக்கப்பட்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள்.

வீட்டில் உபயோகிக்கும் மின்சாரம் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பிரிவும் வீட்டின் ஒவ்வொரு பகுதிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பிரிவிலும் ஒரு தனி மின்உருகுஇழை ஒரு பீங்கான் குப்பியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் குறுக்குச் சுற்று ஏற்பட்டாலோ அல்லது வரம்பு மீறிய மின்னோட்டம் ஏற்பட்டாலோ அப்பகுதிக்கான உருகுஇழை மட்டும் உருகிப் போய்விடும். இதனால் அப்பகுதியில் மட்டும் மின்னோட்டம் தடைப்படும். இப்பீங்கான் குழாயில் உள்ள உருகுஇழை அமைப்பிற்குக் கட் அவுட் (Cut out) எனப் பெயர். மீண்டும் மின்இழையைப் பொருத்தி மின்னோட்டத்தைச் சரி செய்யலாம்.

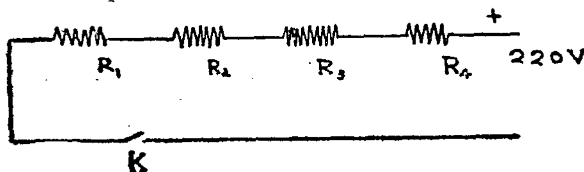
## வினாக்கள்

1. வோல்ட், ஓம், ஆம்பியர் - வரையறை கூறு.
2. மின்னோட்டத்தையும் நீரோட்டத்தையும் ஒப்பிடு.
3. ஓம் விதியைக் கூறு.
4. ஒரு மின்சுற்றில் 150 ஓம் தடையுள்ளது. அதன் வழியே 0.15 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் இருந்தால் அத்தடையின் இடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கணக்கிடு.
5. ஒரு மின்சுற்றில் 6 வோல்ட் மின்கலம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அதன் தடையின் அளவு 10 ஓம் என்றால் மின்னோட்டத்தின் அளவு என்ன?
6. வரம்பு மீறிய மின்னோட்டம் என்பது என்ன? அதன் விளைவு யாது?
7. மின்உருகுஇழையின் அமைப்பையும் அது வேலை செய்யும் விதத்தையும் விவரி.
8. கட் அவுட் என்பது யாது? அதன் பயன்

# 24. தொடரிணைப்பும் பக்க இணைப்பும்

## மின்தடைகளின் தொடரிணைப்பு (Resistances in Series)

விளம்பரத்திற்காகவும் அலங்காரத்திற்காகவும் மின் விளக்குகளைத் தொடர்ச்சியாக எரிய வைத்திருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அவற்றில் ஏதாவது ஒன்று பழுதடைந்தாலும் மற்றவை எதுவும் எரியாது. ஒவ்வொரு மின் விளக்கும் தனிப்பட்ட தடையுடையது. அவற்றின் இணைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.




படம் 24-1.

மின்தடைகளின் தொடரிணைப்பு

$R_1$, $R_2$, $R_3$, $R_4$ - மின்தடைகள் K - சுவிச்சு

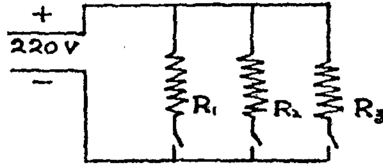
இதில் மின்சாரம் ஒவ்வொரு மின்விளக்கின் இழை வழியாகவும் பாய்ந்து செல்கிறது. இவ்விதமான தொடரிணைப்பில் ஒவ்வொரு தடையிலும் ஒரே அளவு மின்னோட்டம் உள்ளது. எல்லா விளக்குகளுக்கும் ஒரே சுவிச்சு உள்ளது.

மொத்தமாகத் தொடருக்கு வழங்கப்படும் மின் அழுத்தம் தனித்தனியே ஒவ்வொரு மின் விளக்கிற்கும் வழங்கப்படும் மின் அழுத்தத்தின் மொத்தத்திற்குச் சமம். 220 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தில் 22 சமதடையுள்ள மின் விளக்குகள் தொடராக இணைக்கப்பட்டால் ஒவ்வொரு மின் விளக்கின்

இணைப்புக்குமிடையே உள்ள மின்அழுத்த வேறுபாடு 10 வோல்ட் $\left(\frac{220}{22} = 10\right.$ ஆகும்.$\left.\right)$

## பக்க இணைப்பு மின்சுற்று (Parallel circuit)

வீடுகளிலுள்ள மின் இணைப்புகள் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் செய்யப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மின் விளக்கிலும் மின் ஓட்டம் பிரதம அமைப்பில் (Mains) இருந்தே செல்கிறது. இதனால் ஏதாவது ஒரு மின் விளக்குப் பழுதடைந்தாலும் மற்றவை எவ்வித தடையுமின்றி எரியும். எந்த ஒரு தனிப்பட்ட விளக்கையும் ஏற்றலாம் அல்லது அணைக்கலாம். வழங்கப்படும் மின் மண்டல அழுத்தமும், ஒவ்வொரு விளக்கிற்கும் அதே அளவில் செலுத்தப்படுகின்றது. விளக்குகள் வெவ்வேறு தடையுள்ளவையாக இருந்தாலும் வெவ்வேறு அளவுள்ள மின்னோட்டம் அத் தடைகளில் செல்லும்.

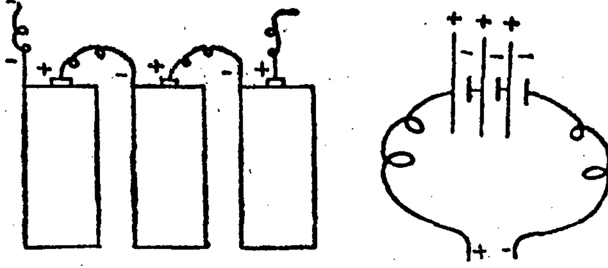



படம் 24-2.
பக்க இணைப்பு மின்சுற்று
$R_1$, $R_2$, $R_3$ - மின்தடைகள்

### மின்கல இணைப்புகள்

**தொடரிணைப்பு:** பல மின்கலங்களைத் தொடராக இணைத்து அதிக மின்இயக்கு விசைபெற மின்கல அடுக்குகள் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒவ்வொன்றும் 1.5 வோல்ட் மின்இயக்கு விசை கொண்ட 3 பசை மின்கலங்கள் மின்சாரக் கை விளக்கில் பயன்படுகின்றன. இந்த மூன்றின் மொத்த மின்இயக்கு விசை $1.5 \times 3 = 4.5$ வோல்ட் ஆகும்.

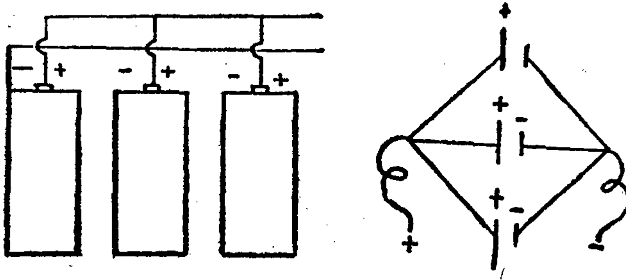
இம்முறை, இணைப்பில் முதல் மின்கலத்தின் எதிர் மின் வாய் இரண்டாம் கலத்தின் நேர் மின் வாயுடனும், இரண்டாம் கலத்தின் எதிர் மின் வாய் மூன்றாம்



படம் 24-3.
மின் கலங்களின் தொடரிணைப்பு

கலத்தின் நேர் மின்வாயுடனும், மூன்றாம் கலத்தின் எதிர் மின்வாய், முதல் கலத்தின் நேர் மின்வாயுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

**பக்க இணைப்பு:** மூன்று மின்கலங்கள் பக்க இணைப்பாக இணைக்கப்பட்டிருப்பதைப் படத்தில்



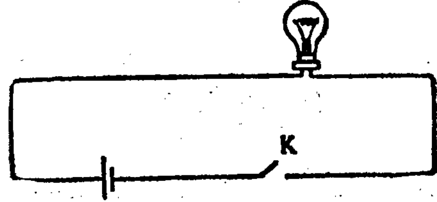
படம் 24-4.
மின் கலங்களின் பக்க இணைப்பு

பார். மூன்று மின்கலங்களில் நேர் மின்வாய்களும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு மின்கல அடுக்கின் நேர் மின்வாய் ஆகிறது. மூன்று கலங்களின் எதிர்

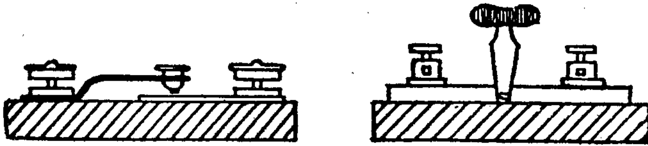
மின்வாய்களும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு மின்கல அடுக்கின் எதிர் மின்வாய் ஆகிறது.

இவ்வகை இணைப்பில் 1.5 வோல்ட் மின் அழுத்த முள்ள 3 மின்கலங்களை இணைத்தால், மின்கல அடுக்கின் மின்னழுத்தம் 1.5 வோல்ட் தான் இருக்கும். எனினும் மூன்று கலங்களும் சேர்ந்து கொடுக்கக்கூடிய மின்னோட்டம் பெறமுடியும்.

**சுவிச்சுகள்** (Switches): ஒரு மின்சுற்றைத் தேவையானபோது முழுமையாக்கவும் தேவையற்ற போது முறிக்கவும் சுவிச்சு பயன்படுகிறது. மின்னோட்டம் தேவையில்லாதபோது இவ்வாறு சுவிச்சின் உதவியால் மின் சுற்றை திறந்து அல்லது முறித்து வைப்பதால், மின்சாரம் வீணாகாமல் மிச்சமாகிறது. சுவிச்சுகளில் பலகையுள்ளன. குறைந்த அழுத்தமுள்ள




படம் 24-5.
K - சுவிச்சு



படம் 24-6.

அ - தொடுசாவி ஆ - செருகுசாவி

மின்சாரத்தை விட்டுவிட்டு மின்னோட்டம் தேவைப் படும்போது பயனபடுத்த, தொடுசாவி பயன்படுகிறது.

மற்றொரு வகை சுவிச்சும் மேலே சொன்னது போல் குறைந்த அழுத்தமுள்ள மின்சாரத்தை வீட்டு வீட்டுச் செலுத்தப் பயன்படுகிறது. இதில் **செருகானது**, கடத்தியின் இரு பாகங்களையும் இணைத்து மின்னோட்டம் செல்லும்படி செய்கிறது.

மற்றொரு வகை, **அழுத்தும் பித்தான் சாவி**. இது தொடுசாவியைப் போன்றது. இதை ஆபத்து ஏது



படம் 24-7.

இ - அழுத்தும் பித்தான் சாவி    ஈ - நிலையான இணைப்பு சாவி

மில்லாமல் அதிகமான மின் அழுத்தத்தில் பயன்படுத்தலாம்.

மற்றொரு வகை நிலையான இணைப்பு ஏற்பட பயன்படுவதாகும். இதுவும் குறைந்த மின் அழுத்தமுள்ள மின்சுற்றுகளில் பயன்படுகிறது. இதைப் போன்ற அமைப்பு நம் வீடுகளில் ஆபத்து ஏதுமில்லாமல் இயக்கப் பயன்படுகிறது. இவை மின் கடத்தாப் பொருளாகிய பேக்கிலைட் (Bakelite) என்பதனால் கவசமிடப்பட்டுள்ளதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். இதனால் மின் அதிர்ச்சி ஏற்படாது.

## வினாக்கள்

1. மின் தடைகளைத் தொடர் இணைப்பாகவும் பக்க இணைப்பாகவும் சேர்த்துப் பயன்படுத்துவதைப் படம் வரைந்து காட்டு.

2. மின் தடைகளைத் தொடரிணைப்புச் செய்வதாலும், பக்க இணைப்புச் செய்வதாலும் காணக்கூடிய வேறுபாடுகள் யாவை?

3. மின்கலங்களின் தொடரிணைப்பையும் பக்க இணைப்பையும் படம் வரைந்து காட்டு.

4. மின் கலங்களை தொடரிணைப்புச் செய்வதிலும் பக்க இணைப்புச் செய்வதிலும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?

5. சுவிச்சுகளின் வகைகளைக் கூறி அவை ஒவ்வொன்றும் எங்கே பயன்படுகின்றன என்று கூறுக.

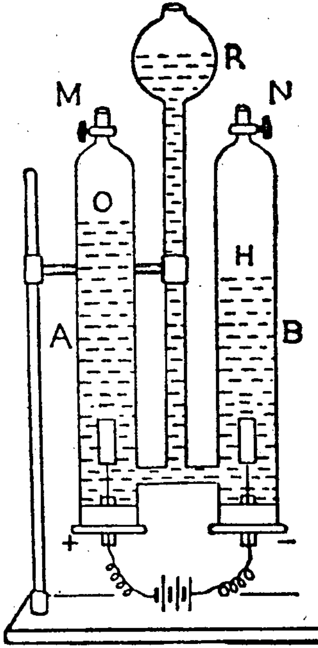
## 25. மின்னோட்டத்தின் வேதியியல் பயன்

### மின்பகு பொருள்களும் மின்பகாப் பொருள்களும்

தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல், சாதாரண உப்புக் கரைசல், அமிலம் கலந்த நீர், வெள்ளி நைட்ரேட்டுக் கரைசல், ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் ஆகிய நீர்மங்களின் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப் பட்டால் வேதியியல் வினை ஏற்பட்டு அவை அயனிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இப்பொருட்கள் **மின்பகு பொருள்கள்** (Electrolytes) எனப்படும். சர்க்கரைக் கரைசல், சாராயம் போன்ற நீர்மங்களின் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டால் அவை மின்சாரத்தால் பகுக்கப் படுவதில்லை. இவை **மின் பகாப் பொருள்கள்** (Non-electrolytes) எனப்படுகின்றன.

**நீரின் மின்பகுப்பு:** இதற்கு ஹாஃப்மனின் மின் பகுப்புக்கலம் பயன்படுகிறது. இதில் பியூரெட்டைப் போன்ற இரு குழாய்கள் தலை கீழாகப் பொருத்தப்

பட்டுள்ளன. இவை ஒரு குறுக்குக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இணைப்புக் குழாயின் நடுப்பாகத்தில் ஒரு தேக்கக் குழாய் (Reservoir tube) *R* இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அடியிலுள்ள பிளாட்டினத் தகடுகள் *D*, *E* மின் வாய்களாகச் செயல்படுகின்றன.




படம் 25-1.
ஹாஃப்மனின்
மின்பகுப்புக் கலம்

*A*, *B* - குழாய்கள்
*M*, *N* - கூர்முனைகள்
*R* - தேக்கக் குழாய்
*H* - ஹைடிரஜன்
*O* - ஆக்ஸிஜன்

சுத்தமான நீரில் மின் சாரம் பாயாது. எனவே நீரில் சில துளிகள் அமிலம் சேர்த்து ஆய்கருவியில் ஊற்று. *M*, *N* என்ற கூர் முனைகளைத் திறந்து குழாய்கள் இரண்டையும் முழுவதும் நீரால் நிரப்பு. கூர்முனைகளை மீண்டும் மூடிவிடு. பிளாட்டின மின்வாய்களுடன் இணைந்துள்ள கம்பிகளை சுமார் 6 வோல்ட் மின் இயக்கு விசையுள்ள மின்கலத் தொகுப்புடன் இணை. நீர் மூலக்கூறுகள் ஹைடிரஜனாகவும், ஆக்ஸிஜனாகவும் பிரிகின்றதைப் பார். ஆக்ஸிஜன் நேர் மின்வாயிலும் ஹைடிரஜன் எதிர் மின் வாயிலும் வெளிப்படுகின்றன. ஹைடிரஜன் வாயு ஆக்ஸிஜன் வாயுவைப் போல இருமடங்கு இருக்கும்.

நீர், மின்னாற்பகுப்பால் ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் என்ற இரு தனிமங்களாகப் பிரிந்து போவது போன்று மற்ற மின்பகு பொருள்களும் அவற்றின் தனிமங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

தொழிற்சாலைகளில் மின்பகுத்தலால் கடல் நீரிலிருந்து **சோடாக்காரமும்** (Sodium hydroxide) **குளோரினும்** பெறப்படுகின்றன. நீர்மங்கள் மட்டும்தான் மின்னாற்பகுப்படும் என்பதில்லை. சோடாக்காரத்திலிருந்து சோடியம் உலோகத்தையும் இதே மின்பகுத்தல் முறையில் பெறுகிறார்கள். பொட்டாஸ் காரத்திலிருந்து பொட்டாசியமும், அலுமினிய ஆக்ஸைடிலிருந்து அலுமினியமும் பெறப்படுகின்றன. மின்பகுத்தலால் மற்றும் சில உலோகங்களும் பெறப்படுகின்றன. தாமிரம், தங்கம் போன்ற உலோகங்களைச் சுத்தப்படுத்தவும் இம்முறை பயன் படுத்தப்படுகிறது. சாதாரண விலைகுறைந்த உலோகங்களின்மீது தங்கம், வெள்ளி, குரோமியம் போன்ற உலோகங்களை முலாம் பூசுவதிலும், மின் பகுத்தல் முறை பெரிதும் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

## வினாக்கள்

1. மின்பகு பொருள்கள், மின்பகாப் பொருள்கள் விளக்கு.
2. ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு எடுத்துக் காட்டுகள் கொடு.
3. நீர் மின்பகுகலம் ஒன்றின் படத்துடன் நீர் மின்பகுபடுதலை விளக்குக.
4. மின்பகுத்தலின் பயன்கள் யாவை?

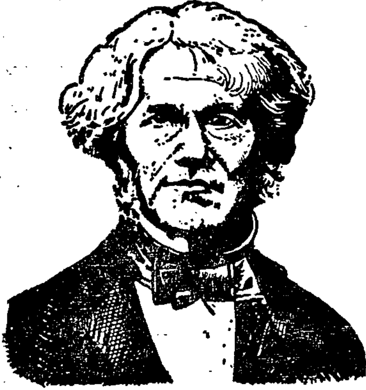
**செய்துபார்**

நீரின் மின்பகுகலத்தின் மூலம் நீர் மின்பகுப்டு தலைச் செய்து பார்.

## 26. மின் தூண்டல்

**மின் தூண்டல்**

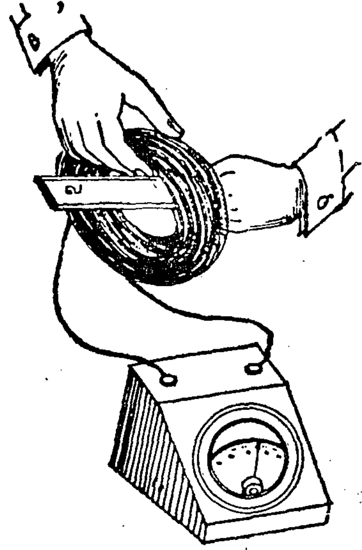
காந்தம் ஒன்றைச் சுற்றிலும் காந்தப்புலம் இருப்பதைப் பற்றி ஏற்கனவே பார்த்திருக்கிறோம். இதனால் காந்தத்தின் அருகில் காந்த விசைக் கோடுகள் அமைந்துள்ளன. அவை காந்தத்திற்கு அருகில் நெருக்கமாகவும் தூரச் செல்லச் செல்லக் குறைவாகவும் உள்ளன. துருவங்களின் அருகில் மிக நெருக்கமாக உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கப்பால் காந்த விசைக் கோடுகள் இல்லை. **மைக்கல் ஃபாரடே** என்ற ஆங்கில அறிவியல் மேதை மின் தூண்டல் பற்றிய பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். **காப்பிடப்பட்ட கம்பிச் சுருளினுள் வேகமாகச் சட்டகாந்தம் ஒன்றை நுழைத்து எடுத்தால் சுருள் கம்பியில் மின்னோட்டம் ஏற்படும்** என்பது அவரது கண்டுபிடிப்புகளில் மிக முக்கியமானது.



படம் 26-1.
மைக்கல் ஃபாரடே

**சோதனை:** காப்பிடப்பட்ட கம்பியைப் பல சுருள்களாகச் சுற்றி அதன் முனைகளை ஒரு நுட்ப

மான கால்வனாமீட்டருடன் இணை. கம்பிச் சுருளினுள் வேகமாக, வலிமை உள்ள ஒரு சட்டக் காந்தத்தை நுழை. கால்வனா மீட்டரில் மின்னோட்டம் காட்டப்படுவதைக் கவனி. இதன் முள் ஒரு திசையில் நகர்ந்து காட்டும். காந்தத்தை வேகமாக வெளியே எடு. இப்போது மின்னோட்டம் எதிர்த் திசையில் காட்டப்படும். முள் எதிர்த்திசையில் நகர்வதைக் கவனி. சட்டக் காந்தத்தின் காந்த விசைக் கோடுகள் கம்பிச் சுருளினால் அறுபடுகின்றன. இதனால் கம்பிச் சுருளில் மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. இதனைத் **தூண்டு மின்சாரம்** என்பர்.



படம் 26-2.
மின் தூண்டல்

மைக்கேல் ஃபாரடே தன் ஆராய்ச்சியின் பயனாகப் பின்கண்ட விதிகளைக் கண்டறிந்தார்.

1. ஒரு கடத்திச் சுற்றுடன் இணைந்துள்ள காந்தப்புலம் மாறும்போது, அச்சுற்றில் ஒரு மின் இயக்கு விசை காந்தப்புலத்தில் மாறுதல் நிகழும் வரை மட்டும் நிலவுகிறது.

2. இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசையின் அளவு, அச்சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள காந்தப்புலம் மாறும் வேகத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது.

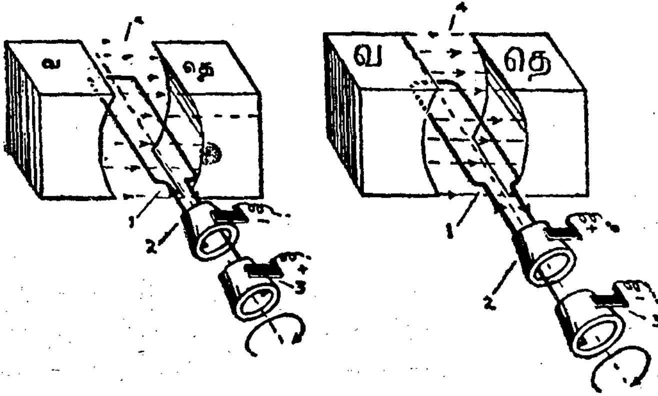
## டைனமோ (Dynamo)

வலிமையான இலாடகாந்தம் அல்லது மின் இலாட காந்தம் ஒன்றின் துருவங்களுக்கிடையே உள்ள காந்தப் புலத்தில் ஒரு கம்பிச்சுருள் காந்தவிசைக் கோடுகளை வெட்டும்படியாக வேகமாகச் சுழலச் செய்வதால் அக் கம்பியில் மின்னோட்டம் ஏற்படும். இதுவே டைனமோ வின் அடிப்படை.

டைனமோவில் இவ்விதத் தூண்டு மின்சாரம் உண்டாக்கப்படுகிறது. டைனமோக்கள் மாறுதிசை மின்னோட்ட டைனமோ (A. C. Dynamo) நேர் மின்னோட்ட டைனமோ (D. C. Dynamo) என இரு வகைப்படும்.

### மாறுதிசை மின்னோட்ட டைனமோ

படத்தில், 4 என்பது ஒரு நிலைக்காந்தத்தின் துருவங்களுக்கிடையே உள்ள காந்தப்புலம். நிலைக்




படம் 26-3.

மாறுதிசை மின்னோட்ட டைனமோ

1. கம்பிச்சுருள் 2, 3. வளையங்கள் 4. காந்த புலம்

வ - வட துருவம் தெ - தென் துருவம்

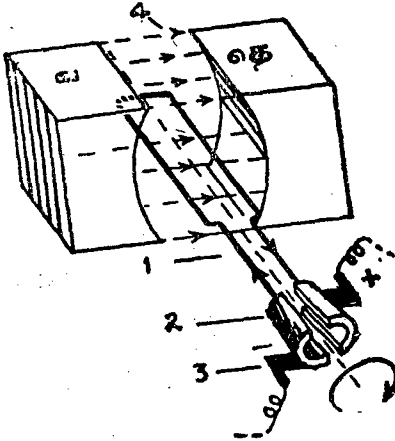
காந்தத்திற்குப் பதிலாக மின்காந்தமாகவும் அமைக்க லாம். சுழலும் கம்பிச்சுருள் கொண்ட ஆர்மச்சூர் பகுதி தேனிரும்புத் துண்டுகளால் உருளைவடிவில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மீது பல கம்பிச் சுருள்கள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. கம்பிச் சுருளின் (1) ஒரு முனை ஒரு வளையத்துடனும் (2) மற்றொரு முனை மற்றொரு வளையத்துடனும் (3) இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இதில் இரு வளையங்களும் ஒரே அச்சில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இதனை வெகுவேகமாகச் சுற்ற, வசதி செய்யப்பட்டுள்ளது. பெரிய அளவில் மின்சாரம் தயாரிக்கும் இடங்களில், அணைக்கட்டி லிருந்து வரும் நீரின் ஓட்டத்தாலோ அல்லது நீராவி எந்திரத்தின் உதவியாலோ இது சுற்றப்படுகிறது.

ஆர்மச்சூர் கம்பிச்சுருளினால் காந்தப்புலத்தில் காந்தவிசைக் கோடுகள் விரைவாக வெட்டப்படு வதால் மின்னோட்டம் கம்பியினுள் தூண்டப்படு கிறது. கம்பி இணைக்கப்பட்டுள்ள தாமிர வளையங்கள் ஆர்மச்சூருடன் சுற்றுகின்றன. வளையங்களைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் துடைப்பான்களின் (Brushes) வழியாக மின்னோட்டத்தைப் பெறலாம். துடைப்பான்களோடு மின்சாரம் பெறும் கம்பிகள் இணைக்கப்படுகின்றன.

தூண்டப்பட்ட மின்சாரம் உள்ள ஆர்மச்சூர் வேகமாகச் சுழலும்போது முன்பாதிச் சுற்றில் ஒரு திசையிலும் பின்பாதிச் சுற்றில் எதிர்திசையிலும் மின்னோட்டம் இருக்கும். இதில் ஆர்மச்சூர் ஒரு முறை சுற்றுவதால் மாறுதிசை மின்சாரம் உண்டா கிறது. இரு திசை மின்னோட்டத்தை பயன் படுத்தி, மின்விளக்குகள் எரிக்கவும், மோட்டார் களை இயக்கவும் உபயோகிக்கலாம். இதை நேர் மின் னோட்டமாக மாற்ற முடியும். எனவே இவ்வகை மின் சாரத்தை எல்லா வேலைகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

## நேர்மின்னோட்ட டைனமோ

இதில் இரண்டு தனி வளையங்களுக்குப் பதிலாக வெட்டு வளையம் (Split ring) (2) ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருளின் ஒரு முனை அவ்வளையத்தின் ஒரு பகுதியுடனும், மற்றொரு முனை மற்றொரு பகுதியுடனும் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இவ்விரு பாதி வளையங்களுக்கிடையேயும் மின்கடத்தாப் பொருள் ஒன்று வைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இதனால் இது பார்ப்பதற்கு ஒரே வளையம் போன்றே இருக்கும். வளையத்தின் ஒவ்வொரு பகுதியையும் ஒரு துடைப்பான் (3) தொட்டுக் கொண்டு இருக்கும். இந்த வகை டைனமோவிலும் தூண்டப்படுவது மாறு மின்னோட்டமே.




படம் 26-4.
நேர் மின்னோட்ட டைனமோ

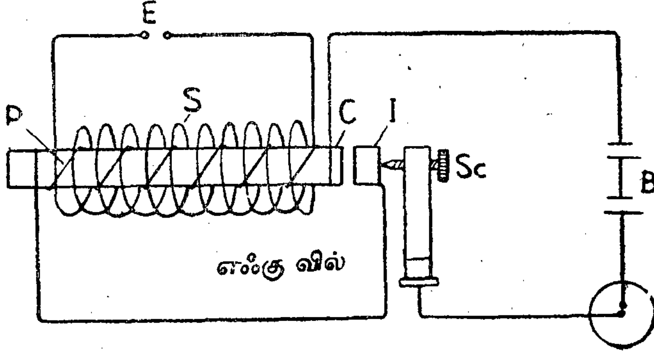
1. கம்பிச் சுருள்
2. வெட்டு வளையம்
3. துடைப்பான்கள்

ஆனால் வெட்டு வளையம் திசைமாற்றியாகப் பயன்படுகிறது. ஆர்மச்சூரின் ஒரு பாதிச் சுற்றில் ஒரு திசையிலும், மறு பாதிச் சுற்றில் மறு திசையிலும் மின்சாரம் செல்லுகிறது. துடைப்பான்கள் எதிர் எதிராக வைக்கப்பட்டிருப்பதால் ஓர் அரைவளையம் ஒரு துடைப்பானோடு தொடர்பு கொள்ளும்போது எதிரேயுள்ள அரை வளையம் மற்றொரு துடைப்

பானோடு தொடர்பு கொள்கிறது. ஒரு துடைப்பானில் கிடைக்கும் மின்சாரம் ஒரு திசையிலும் மற்றொரு துடைப்பானில் கிடைப்பது எதிர்த் திசையிலும் இருக்கும். இது தொடர்ச்சியாகக் கிடைப்பதால் துடைப்பான்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின் கருவி நேர் மின்னோட்டத்தைப் பெறுகிறது.

## தூண்டுச் சுருள் (Induction coil)

இது ரம்கார்ப் (Ruhm Korff) என்னும் அறிவியல் மேதையால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது மின் பொறிகளை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. இதில்




படம் 26-5.

தூண்டுச் சுருள்

*P* - முக்கியச்சுருள் | *S* - துணைச் சுருள்
*E* - இடைவெளி | *E* - மிகுந்த அழுத்த மின்சாரம்
*SC* - திருகு | *C* - தேனிரும்பு உள்ள கம்பி
*I* - தட்டையான தேனிரும்புத் துண்டு | *B* - மின் கலத் தொகுப்பு

தூண்டு மின்சாரத்தினால் மிக அதிக மின் அழுத்தமுள்ள மின்னோட்டம் பெறப்பட்டு மின் பொறிகள் ஏற்படுகின்றன.

இதில் **முக்கியச் சுருளானது** (*P*) தடித்த காப்பிட்ட கம்பியினாலானது. இதில் குறைந்த எண்

ணிக்கையில் சுற்றுக்கள் உள்ளன. இவை தேனிரும்பாலான கற்றையாக உள்ள கம்பிகளை உள்ளே கொண்டுள்ளன. **துணைச் சுருள் (S)** மெல்லிய காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியினாலானது. இதிலுள்ள சுற்றுக்கள் முக்கியச் சுருளில் உள்ள சுற்றுகளை போல பல மடங்கு உள்ளன. துணைச் சுருளின் முனைகளில் ஒரு சிறிய இடைவெளி (*E*) உண்டு.

*I* - என்பது தட்டையாக உள்ள தேனிரும்புத் துண்டு. இது *C*-என்ற தேனிரும்பு உள்ளகத்தின் அருகிலுள்ளது. *I*-யுடன் ஓர் எஃகுவில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. *SC* என்ற திருகு இத்தேனிரும்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இடத்தில் ஒரு சிறு பிளாட்டின உலோகத்துண்டு ஒட்டி வைக்கப்பட்டுள்ளது. திருகுத் தாங்கி இருக்கும் பாகம் மின்கலத் தொகுப்புடன் இணைக்கப்படும். மின்கலத்தின் மற்றொரு முனை முக்கியச் சுருளுடன் இணைக்கப்படும்.

**வேலை செய்யும் விதம்:** மின்கலத் தொகுப்பிலிருந்து வரும் மின்சாரம் முக்கியச் சுருளில் *C* என்ற உள்ளகத்தைக் காந்தமாக்குகிறது. *I* என்ற இரும்புத் துண்டைத் தன்னை நோக்கிக் கவருகிறது. இப்போது *SC*-யில் உள்ள தொடர்பு அற்று முக்கியச் சுருளில் மின்னோட்டம் தடைபடுகிறது. இதனால் உள்ளகம் காந்த சக்தியை இழந்து விடுகிறது. இதனால் உடனே *I* விடுபட்டு மீண்டும் *SC* யுடன் மின்தொடர்பை ஏற்படுத்துகின்றது. இப்போது மீண்டும் மின்காந்தமாகிறது. இதற்கு *I* - யுடன் இணைந்துள்ள எஃகுவில் உதவுகிறது. இம்மாறுதல் மாறி மாறித் தொடர்ச்சியாக நடைபெறுகின்றது. இவ்விதமாக மின்சாரம் முக்கியச் சுருளில் விட்டுவிட்டு ஏற்படும்போது, *C*-யில் காந்தப் புலனும் அதற்கேற்ப மாறுபடுகிறது. அதனால் துணைச் சுருளில் மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது.

இதனால் மின் அழுத்தம் பல மடங்கு உயர்த்தப் படுவதால் மிகுந்த அழுத்தத்திலுள்ள மின்சாரம் *E* என்ற இடைவெளிக் கிடையே குறுக்கே பாய் கிறது.

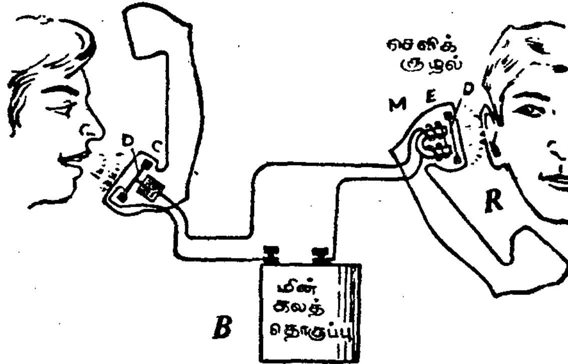
**பயன்கள்:** நேர் மின்னோட்டத்தை இருதிசை மின்னோட்டமாக மாற்றத் தூண்டுச் சுருள் பயன் படுகிறது. இதில் ஏற்படும் மின்பொறி மோட்டார் வாகனங்களில் பெட்ரோலைக் காற்றில் எரிக்கப் பயன் படுகிறது. *X* கதிர்களுக்குத் தேவையான மின் அழுத்தம் பெறப்பயன்படுகிறது. வேதியியல் ஆய் வகங்களில் தனிமங்களைச் சேர்க்கத் தேவையான மின்பொறியைத் தூண்டுச் சுருள் கொடுத்து உதவு கிறது.

## தொலைபேசி (Telephone)

இதில் பேசும் குழாயினுள் பேசும் பேச்சு, செவிக் குழலில் கேட்கிறது. படத்தில் *M*-என்பது பேசும் பகுதி. *R* என்பது கேட்கப் பயன்படும் செவிக் குழல்.

கார்பன் மைக்ரோபோன் வகைப் பேசும் குழாய், படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது ஒலி அலை களை அதே வகை மின்னோட்ட அலைகளாக மாற்றவல்லது. இதில் விறைப்பாக உள்ள **மெல்லிய உலோகத்தகடு** (Diaphram) ஒன்று இருக்கிறது. அதனுடன் கார்பன் துண்டு ஒன்று இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இப்பெட்டியில் அதிக அழுத்தமில் லாதபடி கார்பன் துகள்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்கலம் *B*, இதனுடன் தொடராக இணைக்கப் பட்டுள்ளது. மின்மாற்றி ஒன்றும் இணைக்கப் படுவது உண்டு. (படத்தில் இல்லை) பேசும்போது பேசும் பேச்சின் அதிர்வுக்கு ஏற்றாற்போல் கார்பன்

துகள்கள் நெருக்கமாக்கப்படும். இதனால் மின்தடை அதிர்வுக்கு ஏற்றாற்போல் மாறுபடுகிறது.




படம் 26-6.

மைக்ரோபோன்-செவிக்குழல் இணைப்பு

*M* - பேசும் குழாய் (மைக்ரோபோன்)

*R* - கேட்கும் செவிக்குழல்

மின்னோட்டத்திலும் அதற்கேற்ப ஏற்றத்தாழ்வு ஏற்படும். இவ்வேற்றத் தாழ்வுகள் செவிக்குழலைச் சென்றடையும்.

செவிக்குழலில் கம்பிச்சுருளுக்குள் ஒரு நிலைக் காந்தம் உள்ளது. அதன் முன்னுள்ள எஃகுத் தகட்டை (*D*) இது கவரும். கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் இருக்கும்போது இது மேலும் காந்த ஆற்றலைப்பெறும். மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுக்கு ஏற்ப, காந்தப்புலம் மாறும். இதற்கேற்றாற்போல் தகடும் கவரப்படும். இதனால் உண்டாகும் அதிர்வு ஒலியை எழுப்பும். இப்போது மைக்ரோபோனில் இருக்கும் பேச்சு போலவே, செவிக் குழலில் கேட்கும் ஒலியும் இருக்கும்.

## வினாக்கள்

1. மின் தூண்டலை விளக்குக.
2. ஃபாரடேயின் மின் தூண்டல் விதிகளைக் கூறு.
3. மாறுதிசை மின்னோட்டம் ஏற்படுத்தும் டைனமோவைப் படத்துடன் விளக்கு.
4. நேர் மின்னோட்டம் ஏற்படுத்தும் டைன மோவைப் படத்துடன் விளக்கு.
5. தூண்டுச் சுருளின் படம் வரைந்து வேலை செய்வதை விளக்கு.
6. மைக்ரோபோன் - டெலிபோன் இணைப்பை, படம் வரைந்து விளக்கு.
7. தொலைபேசியில் மைக்ரோபோனும், செவிக் குழலும் வேலை செய்வதை விவரி.

பகுதி II

# வேதியியல்

## 1. ஆக்சிஜன்

குறியீடு: O — அணு எண்: 8 (இணை திறன் 2)

மூலக்கூறு வாய்பாடு: $O_2$ — அணு எடை: 16

வளி மண்டலத்தில் காணப்படும் வாயுக்களில் முக்கியமான ஒன்று ஆக்சிஜன் ஆகும். இயற்கையில் பெருமளவில் காணப்படும் தனிமங்களில் இதுவும் ஒன்றாகும். காற்றில் ஏறக்குறைய 21% ஆக்சிஜன் உள்ளது. உலகின் தோடில் (Earth's crust) எடையில் 46.6% ஆக்சிஜன் உள்ளது. ஆக்சிஜனை கி.பி. 1771-ல் ஷீலே (Scheele) என்பவரும், கி.பி. 1774-ல் ஜோசப் பிரீஸ்ட்லி (Joseph Priestley) என்பவரும் தனித்தனியே கண்டறிந்தனர். இதனைத் தயாரித்து பண்புகளை ஆய்ந்து ''ஆக்சிஜன்'' என்று பெயரிட்டு அறிமுகப்படுத்தியவர் பிரெஞ்சு நாட்டு வேதியியல் வித்தகர் லெவாய்சியர் (Lavoisier) ஆவார்.

### கிடைப்பு

ஆக்சிஜன் இயற்கையில் தனித்தும், பிற தனிமங்களுடன் சேர்ந்து சேர்மங்களாகவும் காணப்படுகிறது. இயற்கையில் இது சிலிகேட்டுகளாகவும்

கார்பனேட்டுகளாகவும் காணப்படுகிறது. நீரின் எடையில் 88.9% ஆக்சிஜன் உள்ளது.

**ஆய்வகத் தயாரிப்பு**

ஆய்வகத்தில் ஆக்சிஜனை பொட்டாசியம் குளோரேட்டிலிருந்து தயாரிக்கலாம்.

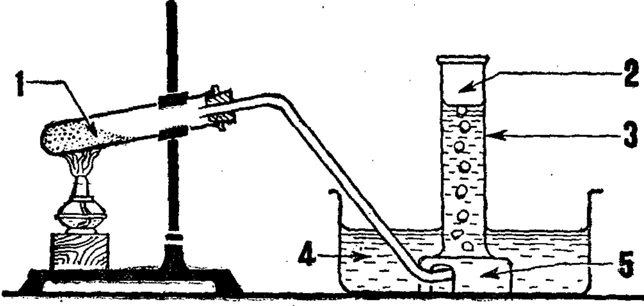
**ஆய்வு 1-1. ஆக்சிஜன் ஆய்வகத் தயாரிப்பு**

**தேவையான பொருள்கள்**

இரும்புத் தாங்கி,
கடினக் கண்ணாடியினாலான ஆய்வுக் குழாய்,
ஒருதுளை அடைப்பான்,
நீண்ட விடு குழாய்,
கண்ணாடித் தொட்டி,
வாயுச் சாடிகள் - 5,6
ஸ்பிரிட் விளக்கு,
துளை மேடை,
நீர்,
நெருப்புப் பெட்டி,
வட்டக் கண்ணாடித் தகடுகள்
பொட்டாசியம் குளோரேட் (வெண்மை படிகங்கள்)
மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு (கருப்பு வண்ணத் தூள்)

படத்தில் காட்டியபடி ஆய்வுக் குழாயை மற்ற சாதனங்களுடன் அமையுங்கள் பொட்டாசியம் குளோரேட், மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு இரண்டையும் 4:1 என்ற எடை விகிதத்தில் கலந்து கடின ஆய்வுக் குழாயில் இடுங்கள். பின் அதனை ஸ்பிரிட் விளக்கு கொண்டு வெப்பப்படுத்துங்கள்.

முதலில் வெளிவரும் வாயுக் குமிழிகளை விட்டு விடுங்கள் (ஏன்?). அடுத்து அத்துளை மேடை மீது நீர் நிரம்பிய சாடியை கவிழ்த்து வையுங்கள். ஆய்வுக் குழாயைத் தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்தும்போது




படம் 1-1.
ஆக்சிஜன் ஆய்வகத் தயாரிப்பு
1. பொட்டாசியம் குளோரேட்+மாங்கனீசு டைஆக்ஸைடு
2. ஆக்சிஜன் வாயு 3. வாயுச்சாடி
4. தண்ணீர் 5. துளை மேடை

வெளியாகும் வாயு, வாயுச்சாடியிலுள்ள நீரை கீழ்முகப் பெயர்ச்சி செய்துவிட்டு, அச்சாடியினுள் சேரும். சாடி முழுவதும் ஆக்சிஜன் நிரம்பிய பிறகு அதனைக் கண்ணாடித் தகட்டால் மூடி மேசை மீது எடுத்து வையுங்கள்.

இதே முறையில் 7 அல்லது 8 வாயுச்சாடிகளில் இவ்வாயுவை நிரப்பி வைத்துக் கொள்ளுங்கள். இவ்வினையில் பொட்டாசியம் குளோரேட் என்ற சேர்மம் சிதைந்து ஆக்சிஜனைத் தருகிறது. உடன் விளைபொருள் பொட்டாசியம் குளோரேட் $\xrightarrow{\Delta}$ பொட்டாசியம் குளோரைடு + ஆக்சிஜன்.

மேற்கூறிய ஆய்வில் மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு ஒரு வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது. அது

பொட்டாசியம் குளோரேட எளிதில் சிதைவுற துணை புரிகிறது.

## இயற் பண்புகள்

### ஆய்வு 1-2. நிறமும் மணமும்

ஆக்சிஜன் நிரப்பப்பட்டு வைக்கப்பட்டுள்ள சாடிகளை உற்று நோக்குங்கள். ஆக்சிஜன் நிறத்தையும், கண்ணாடித்தகடு ஒன்றைச் சற்றே நகர்த்தி முகர்ந்து பார்த்து அதன் மணத்தையும் கண்டறியுங்கள்.

### ஆய்வு 1-3. கரைதிறன்

*நீர் நிரம்பிய தொட்டியினுள் வாயு நிரம்பிய சாடி ஒன்றைக் கவிழ்த்து கண்ணாடித் தகட்டை அகற்றி விடுங்கள். நீர் மட்டம் சாடியினுள் உயருகிறதா என்று பாருங்கள் (ஏன்?).*

### ஆய்வு 1-4. காற்றைவிட கனமானதா?

*ஒரு வாயுச்சாடியின் மீது ஆக்சிஜன் நிரம்பிய சாடியை கவிழ்த்து வைத்து, கண்ணாடித் தகட்டை அகற்றி விடுங்கள். பின்னர் கீழுள்ள சாடியினுள் ஒரு தணற்குச்சியை நுழைத்து என்ன நிகழ்கிறது என்று காணுங்கள். தணற்குச்சி சுடருடன் எரிகிறது. எனவே ஆக்சிஜன் கீழ்ச்சாடியினுள் பரவியுள்ளது.*

*மேற்கண்ட ஆய்வுகளிலிருந்து நாம் அறிவன என்ன?*

*ஆக்சிஜன் (1) நிறமற்ற வாயு*
*(2) மணமற்ற வாயு*
*(3) நீரில் மிகச் சிறிதளவே கரையும்*
*(4) காற்றை விடக் கனமானது.*

**வேதிப் பண்புகள்**

ஆக்சிஜன் வேதிப் பண்புகளை அறிய கீழ்க் காணும் ஆய்வுகளை செய்யுங்கள்.

**ஆய்வு 1-5**

ஓர் எரிகரண்டியில் சிறிய கரித்துண்டு ஒன்றை வைத்து அது தணலாக மாறும் வரை வெப்பப்படுத்துங்கள். அதனை ஆக்சிஜன் நிரம்பிய ஜாடியினுள் நுழையுங்கள் என்ன நிகழ்கிறது?

எரி கரண்டியை வெளியே எடுத்துவிட்டு, சாடியினுள் தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரை ஊற்றி நன்கு குலுக்குங்கள். என்ன மாற்றம் காண்கிறீர்கள்? கரித்துண்டு, ஆக்சிஜனில் தீவிரமாக எரிந்து கார்பன் டை ஆக்சைடை ($CO_2$) உருவாக்குகிறது. இது தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரைப் பால்போல் ஆக்குகிறது.

$$\text{கார்பன்} + \text{ஆக்சிஜன்} \xrightarrow{\text{எரிதல்}} \text{கார்பன் டைஆக்சைடு} \uparrow$$

**ஆய்வு 1-6**

ஓர் எரிகரண்டியில் எரியும் கந்தகத்தை எடுத்துக் கொண்டு, அதை ஆக்சிஜன் நிரம்பிய சாடியினுள் நுழையுங்கள். என்ன நிகழ்கிறது?

கந்தகம் ஒளிமிக்க நீல வண்ணச்சுடருடன் விரைந்து எரிந்து, நெடிமிக்க கந்தக டைஆக்சைடு வாயுவை ($SO_2$) உருவாக்குகிறது.

$$\text{கந்தகம்} + \text{ஆக்சிஜன்} \xrightarrow{\text{எரிதல்}} \text{கந்தக டைஆக்சைடு} \uparrow$$

**ஆய்வு 1-7**

ஓர் எரிகரண்டியில் சிறிதளவு பாஸ்பரஸ் தூளை இட்டு வெப்பப்படுத்துங்கள். அது தீப்பற்றி எரிய ஆரம்பித்தவுடனே, அதை ஆக்சிஜன் நிரம்பிய

வாயுச்சாடி ஒன்றினுள் நுழையுங்கள். அது எவ்வாறு எரிகிறது என்று காணுங்கள்.

பாஸ்பரஸ் அதிக பிரகாசமாக மஞ்சள் நிற ஒளியுடன் எரிகிறது. அச்சமயம் ஏற்படும் வெண்புகை, பாஸ்பரஸ் (V) ஆக்சைடு ($P_2$ $O_5$) ஆகும்.

எரிதல்
பாஸ்பரஸ் + ஆக்சிஜன் ⟶ பாஸ்பரஸ் (V) ஆக்சைடு

## ஆய்வு 1-8

ஒரு மெக்னீசியம் நாடாவை இடுக்கியால் பிடித்துக்கொண்டு கொளுத்துங்கள். இது எரிய ஆரம்பித்தவுடன் தோன்றும் சுடரினைக் காணுங்கள். எரியும் மெக்னீசிய நாடாவை ஆக்சிஜன் நிரம்பிய ஜாடியினுள் (மையத்தில் அமையுமாறு) எடுத்துச் செல்லுங்கள். என்ன காண்கிறீர்கள்?

மெக்னீசியம் நாடா காற்றில் நன்கு ஒளியுடன் எரிய ஆரம்பித்தது. அதை ஆக்சிஜன் சாடியினுள் இட்டவுடன் கண்ணைப்பறிக்கும் ஒளியுடன் அது எரிந்து வெண்ணிற சாம்பலைத் தருகிறது. ஏற்படும் வெண்புகை சாடியின் குளிர்ந்த சுவர்களில் வெண் படிவாகப் படிகிறது. இது மெக்னீசியம் ஆக்சைடு($MgO$) ஆகும்.

எரிதல்
மெக்னீசியம் + ஆக்சிஜன் ⟶ மெக்னீசியம் ஆக்சைடு

## ஆய்வு 1-9

ஓர் எரிகரண்டியின் அடியில் 10 செமீ. நீளமுள்ள ஒரு மெல்லிய எஃகுக் கம்பியை இணையுங்கள். மறுமுனையில் ஒரு தக்கையைச் செருகுங்கள். தக்கை தீப்பிடித்து எரியும் வரை அதை ஒரு ஸ்பிரிட் விளக்கில் சூடுபடுத்துங்கள். எரியும் தக்கையுடன்

அந்த எஃகுக் கம்பியை ஆக்சிஜன் நிரம்பிய சாடியினுள் நுழையுங்கள். என்ன நிகழ்கிறது என்று காணுங்கள்

எஃகுக் கம்பியிலிருந்து ஒளிமிக்க தீப்பொறிகள் சிதறுகின்றன. எஃகு, இரும்பின் காந்த ஆக்சைடாக மாறுகிறது.

$$\text{இரும்பு} + \text{ஆக்சிஜன்} \xrightarrow{\text{எரிதல்}} \text{இரும்பு ஆக்சைடு}$$

### குறிப்பு

இரும்பின் காந்த ஆக்சைடு என்பது, இரும்பு (II) ஆக்சைடு ($FeO$) இரும்பு (III) ஆக்சைடு ($Fe_2O_3$) ஆகிய இரண்டும் கலந்த கலப்பு ஆக்சைடு ஆகும்

### ஆய்வு 1-10

ஒரு கடின கண்ணாடிக்குழாயில் சிறிதளவு பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டை எடுத்துக் கொண்டு வெப்பப்படுத்துங்கள். பின் அதனுள் ஒரு தணற்குச்சியை எடுத்துச் செல்லுங்கள். என்ன நிகழ்கிறது? அந்த தணற்குச்சி சுடருடன் எரிகிறது.

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், வெப்பப்படுத்தும்போது சிதைவுற்று ஆக்சிஜனைத் தருகிறது.

ஆக்சிஜனை மேலும் சில வழிகளில் பெறலாம். அவை யாவன:

1. நீரின் மின்னாற் பகுப்பு
2. நைட்ரேட், குளோரேட், குரோமேட் — உப்புகளை வெப்பத்தால் சிதைவுறச் செய்தல்.
3. நைட்ரஜன் பெராக்சைடை வினை ஊக்கி கொண்டு சிதைவுறச் செய்தல்.

## ஆக்சிஜனின் பயன்கள்

1. உயிரினங்கள் அனைத்தும் உயிர் வாழ ஆக்சிஜன் இன்றியமையாதது. நாம் சுவாசிக்கும் போது ஆக்சிஜன் உட்கொள்கிறோம். நீரில் வாழும் உயிரினங்களும் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை உட்கொண்டு உயிர் வாழ்கின்றன.

2. நியூமோனியாவினால் அவதியுறும் நோயாளிகளுக்கும், மூச்சுவிட முடியாமல் திணறும் நோயாளிகளுக்கும் மருத்துவமனைகளில் செயற்கை மூச்சு வழங்க ஆக்சிஜன் பயன்படுகிறது.

3. மலைமேல் ஏறுபவர்களும், கடலின் ஆழ் பகுதிக்குச் சென்று ஆராய்பவர்களும் திரவ ஆக்சிஜன் நிரப்பப்பட்ட உருளைகளை முதுகில் கட்டிச் செல்கின்றனர். அந்த உருளைகளிலிருந்து தேவையான ஆக்சிஜனை குழாய்கள் மூலம் அவர்கள் பெறுகிறார்கள். ஆக்சிஜன் ராக்கெட்டுகளில் திரவ எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

4. ஆக்சிஜன்-ஹைட்ரஜன் வாயுக் கலவை, ஒரு கூர்முனைக் குழாயின் நுனியில் கலந்து எரியும் போது ஏறத்தாழ 2,000° செ. வெப்பம் ஏற்படுகிறது. ஆக்சிஜன்-அசெட்டிலின் வாயுக்கலவையை பயன்படுத்தினால் அதன் வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 3,000° செ. ஆகிறது.

உலோகத் துண்டுகளை உருக்கி ஒட்ட வைக்கவும், எஃகுத் தகடுகளை வெட்டவும், ஆக்சி-ஹைட்ரஜன் அல்லது ஆக்சி-அசெட்டிலின் சுடர் பயன்படுகிறது.

## பெருமளவில் ஆக்சிஜன் தயாரித்தல்

பெருமளவில் ஆக்சிஜனை நாம் காற்றிலிருந்தே பெறுகிறோம். காற்றை நீர்மமாக்கும்போது ஆக்சிஜ

னைத் தனித்து நீர்ம நிலையில் பெற முடிகிறது. இது சுமார் 99.5% தூய்மையானது. சிறிதளவே நைட்ரஜன் காணப்படுகிறது.

மின்சக்தி மிகமிக மலிவாக உள்ள நாடுகளில் நீரின் மின்னாற்பகுப்பு மூலம் ஆக்சிஜன் பெறப் படுகிறது.

**வினைவேக மாற்றம்**

சில வேதிவினைகள் எளிதில் நடைபெற, அவ் வினையில் பங்கு கொள்ளாத சில வேதிப் பொருள் களை நாம் பயன்படுத்துகிறோம். இவை தாங்கள் எவ்வித நிரந்தர மாறுதலும் அடையாமல், மற்ற பொருள்கள் வேதி மாற்றம் அடைய உதவி புரி கின்றன.

ஆக்சிஜன் தயாரிக்கையில், நாம் பொட்டாசியம் குளோரேட் சிதைவுற்று ஆக்சிஜனை எளிதில் கொடுக்கச் செய்வதற்காக மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு சேர்க்கிறோம். இப்போது பொட்டாசியம் குளோ ரேட் தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலேயே (ஏறத்தாழ 200° செ.) சிதைவுற்று ஆக்சிஜனை வெளிப்படுத்து கிறது.

மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு எடையில் எந்த மாற்றமும் அடையவில்லை.

மேற்கண்ட வேதி வினையில் மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு வினைவேகமாற்றியாகப் பயன்படுகிறது.

ஒரு வேதி வினையின் முடிவில் வேதிப் பண்பு களிலும் எடையிலும் மாறாதிருந்து, மற்றொரு வினையில் வேகத்தை மாற்றும் வேதிப் பொருளுக்கு **வினைவேக மாற்றி** என்று பெயர். இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளுக்கு **வினைவேக மாற்றம்** என்று பெயர்.

**ஆக்சைடுகளின் வகையீடு**

ஆக்சிஜன் ஏதாவது மற்றொரு தனிமத்துடன் சேர்ந்து கிடைக்கும் சேர்மமே **ஆக்சைடு** எனப்படும்.

**எடுத்துக்காட்டு:** கார்பன் டைஆக்சைடு
மெக்னீசியம் ஆக்சைடு
இரும்பு ஆக்சைடு
நீர்

ஆக்சைடுகளை அவற்றின் பண்புகளுக்கேற்ப பின்வரும் வகைகளாக பிரிக்கலாம்:

(1) அமில ஆக்சைடு (Acidic oxide)
(2) கார ஆக்சைடு (Basic oxide)
(3) ஈரியல்பு ஆக்சைடு (Amphoteric oxide)
(4) நடுநிலை ஆக்சைடு (Neutral oxide)

**அமில ஆக்சைடு**

பொதுவாக உலோகமில்லாத (அலோக) தனிமங்கள் ஆக்சிஜனில் எரிந்தால் அமில ஆக்சைடு கிடைக்கிறது.

கந்தகம் ஆக்சிஜனில் எரிந்தால் கந்தக டைஆக்சைடு உருவாகிறது. இது நீரில் கரைந்து கந்தச அமிலம் கிடைக்கிறது. பாஸ்பரஸ் எரிந்து கிடைக்கும் பாஸ்பரஸ் (V) ஆக்சைடை, நீரில் கரைப்பின் பாஸ்பாரிக் அமிலம் உருவாகிறது.

இவை நீல லிட்மஸ் கரைசலைச் சிவப்பாக மாற்றும்.

இத்தகைய அமிலப் பண்புடைய ஆக்சைடு **அமில ஆக்சைடு** ஆகும்.

**கார ஆக்சைடு**

உலோகங்கள் ஆக்சிஜனில் எரிந்து உருவான ஆக்சைடுகளின் நீர்க்கரைசல் சிவப்பு லிட்மசை நீல மாக்கும். எடுத்துக்காட்டாக மெக்னீசியம், சோடியம் ஆக்சிஜனில் எரிந்து உருவாகும் ஆக்சைடின் கரைசல் காரப் பண்புக் கொண்டது. இவ்வகை ஆக்சைடுகளை **கார ஆக்சைடுகள்** என்று அழைக்கிறோம்.

**ஈரியல்பு ஆக்சைடு**

சில ஆக்சைடுகள் அமிலப் பண்பு, காரப் பண்பு ஆகிய இரண்டு பண்புகளையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ளன. இவற்றை **ஈரியல்பு ஆக்சைடு** என்கிறோம். துத்தநாகஆக்சைடு ஈரியல்பு ஆக்சைடு. அமிலம் போன்று காரங்களுடன் வினைபுரிகிறது. காரம் போன்று அமிலங்களுடன் வினைபுரிகிறது.

**நடுநிலை ஆக்சைடு**

சில ஆக்சைடுகளில் காரப் பண்பு, அமிலப் பண்பு இரண்டும் காணப்படுவதில்லை. இவற்றை **நடுநிலை ஆக்சைடுகள்** என்கிறோம்.

**எடுத்துக்காட்டுகள்:** நீர்

கார்பன் மோனாக்சைடு

நைட்ரஜன் (I) ஆக்சைடு

நைட்ரஜன் (II) ஆக்சைடு

சில ஆக்சைடுகளில் சாதாரண அளவைவிட அதிக அளவில் ஆக்சிஜன் கலந்துள்ளது. இவை **பெராக்சைடுகள்** எனப்படும். பொதுவாக இவை நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினை புரிந்து ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடைத் தரவல்லவை:

**எடுத்துக்காட்டு:** பேரியம் பெராக்சைடு

## வினாக்கள்

1. காற்றில், கன அளவில் ஆக்சிஜனின் விழுக்காடு யாது?
2. உலகின் தோடில், எடையளவில் ஆக்சிஜனின் விழுக்காடு யாது?
3. ஆக்சிஜனைக் கண்டறிந்த இரு அறிவியல் அறிஞர்கள் யாவர்?
4. ''ஆக்சிஜன்'' என்று பெயரிட்டவர் யார்?
5. இயற்கையில் ஆக்சிஜன் எவ்வாறு கிடைக்கப் பெறுகிறது?
6. ஆய்வகத்தில் ஆக்சிஜன் தயாரிக்கத் தேவையான வேதிப் பொருள்கள் யாவை?
7. ''வினை வேக மாற்றம்'' என்றால் என்ன?
8. ''வினை வேக மாற்றி'' என்பது யாது?
9. பொருள்கள் ஆக்சிஜனில் எரியும்போது பொதுவாகக் கிடைக்கும் சேர்மம் யாது?
10. கீழ் காணும் பொருள்கள் ஆக்சிஜனில் எரியும்போது கிடைக்கும் சேர்மங்கள் யாவை?

| எண் | தனிமம் | கிடைக்கும் சேர்மம் |
|---|---|---|
| 1. | கந்தகம் | |
| 2. | கரி | |
| 3. | மெக்னீசியம் | |
| 4. | பாஸ்பரஸ் | |
| 5. | இரும்பு | |

11. ஆக்சிஜன் வாயுச் சுடர்கள் என்பவை யாவை? இவற்றில் ஆக்சிஜனுடன் கலக்கப்படும் வாயுக்கள் யாவை?

12. எஃகுத் தகடுகளைத் துண்டிக்க எவ்வகைச் சுடர் பயன்படுகிறது?

13. ஆய்வகத்தில் ஆக்சிஜன் தயாரிக்கும் முறையினை படத்துடன் விளக்குக.

14. ஆக்சைடுகளின் வகைகள் யாவை? எடுத்துக் காட்டுகள் தருக.

15. பெராக்சைடுகள் என்பவை யாவை?

16. நாம் பருகும் சோடாத் தண்ணீருடன் லிட்மஸ் கரைசலின் நிறம் எவ்வாறு மாறும்? ஏன்?

17. கந்தக அமிலத்தைப் பெற எந்த ஆக்சைடை நீரில் கரைக்கவேண்டும்?

18. வெப்பப்படுத்தினால் ஆக்சிஜனைத் தரக் கூடிய பொருள் ஒன்று கூறுக.

19. சுட்ட சுண்ணாம்பு எவ்வகை ஆக்சைடு? அதனை எவ்வாறு அறிவாய்?

## 2. ஹைட்ரஜன்

குறியீடு: *H* அணு எண்: 1 (இணைதிறன் : 1)

மூலக்கூறு வாய்பாடு: $H_2$ அணு எடை: 1.008

**கிடைப்பு**

ஹைட்ரஜன் தனிமங்கள் அனைத்திலும் இலேசானது. ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவில் ஒரு புரோட்

டானும், ஓர் எலெக்ட்ரானும் உள்ளன. இது இயற்கையில் வாயு நிலையில் உள்ளது. இது பெரும் அளவு சேர்மமாகவே காணப்படுகிறது.

நீரில், எடையளவில் 11% ஹைட்ரஜன் உள்ளது. கரிமச் சேர்மங்களில் கார்பனுக்கு அடுத்தபடியாக ஹைட்ரஜன் அணுக்களே அதிகமாகக் காணப் படுகின்றன. தாவர எண்ணெய், கொழுப்பு, அரிசி போன்ற பொருள்களிலும் ஹைட்ரஜன் கலந்துள்ளது.

சர்க்கரை, ஸ்டார்ச், செல்லுலோஸ் போன்ற சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜன் ஆனது கார்பன், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றுடன் கூடிய நிலையில் காணப்படுகிறது.

எல்லா அமிலங்களிலும் ஹைட்ரஜன் உள்ளது.

'ஹைட்ரோகார்பன்' என்ற கரிமச் சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜன் கார்பனுடன் சேர்ந்து காணப்படுகிறது.

## ஆய்வகத் தயாரிப்பு

சில உலோகங்கள், நீர்த்த அமிலங்களுடன் வினை புரிந்து ஹைட்ரஜனை இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன.

துத்தநாகம், அலுமினியம், மெக்னீசியம், வெள்ளீயம் போன்ற உலோகங்களுடன் நீர்த்த அமிலங்கள் வினை புரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளிவிடு கின்றன

## ஆய்வு 2-1

ஆய்வகத்தில் துத்தநாகத்தை நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்து தயாரிக் கலாம்.

## தேவையான பொருள்கள்

(1) இரும்புத் தாங்கி பிடியுடன்

(2) கண்ணாடிக் குடுவை

(3) இரு துளை அடைப்பான்

(4) விடுகுழாய்

(4) நீர்த்தொட்டி, துளைமேடை

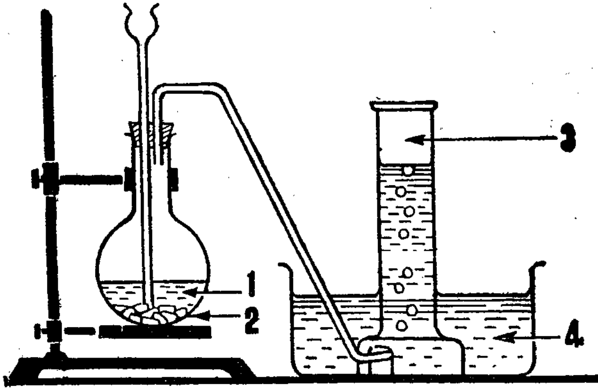
(6) வாயுச் சாடிகள்

(7) கண்ணாடித் தகடுகள் (மூடிகள்)

(8) நீண்ட காம்புடைய திசில் புனல்

(9) துத்தநாக ரவைகள்

(10) நீர்த்த கந்தக அமிலம் (அல்லது) நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்.




படம் 2-1.

ஹைட்ரஜன் ஆய்வகத் தயாரிப்பு

1. நீர்த்த கந்தக அமிலம் 2. துத்தநாகம்
3. ஹைட்ரஜன் வாயு 4. தண்ணீர்

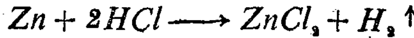
படத்தில் காட்டியபடி சாதனங்களை அமைத்து, பின்னர் குடுவையினுள் துத்தநாக ரவைகளைப் போடவும். நீர்த்த அமிலத்தை திசில் புனல் வழியாக ஊற்றவும். அமிலத்தின் மட்டத்திற்குள் திசில் புனலின் நுனி அமிழ்ந்திருக்க வேண்டும்.

முதலில் வெளிவரும் வாயுக் குமிழ்களை விட்டு விடவும்.

பின் நீர் நிரம்பிய சாடிகளை கவிழ்த்து அவற்றில் ஹைட்ரஜன் வாயுவினைச் சேகரியுங்கள்.

5, 6 வாயுச்சாடிகளில் ஹைட்ரஜன் வாயுவைச் சேகரித்து, கண்ணாடித் தகட்டால் நன்கு மூடி மேசை மீது வையுங்கள்.

துத்தநாகம் + நீர்த்த கந்தக அமிலம் → துத்தநாக சல்பேட் + ஹைட்ரஜன் ↑



$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$$

மேற்கூறிய ஆய்வில் ஹைட்ரஜன், வாயுச்சாடிகளில் நீரின் கீழ்முகப் பெயர்ச்சி மூலம் சேகரிக்கப்படுகிறது.

ஆய்வகங்களில் தொடர்ந்து பல ஆய்வுகளைச் செய்யவும், பல உப்புகளைக் கண்டறியும் பண்பறி ஆய்வுகளிலும் ஹைட்ரஜன் தேவைப்படுகிறது. இதனை நாம் **கிப் சாதனம்** (Kipp's apparatus) கொண்டு பெறமுடியும்.

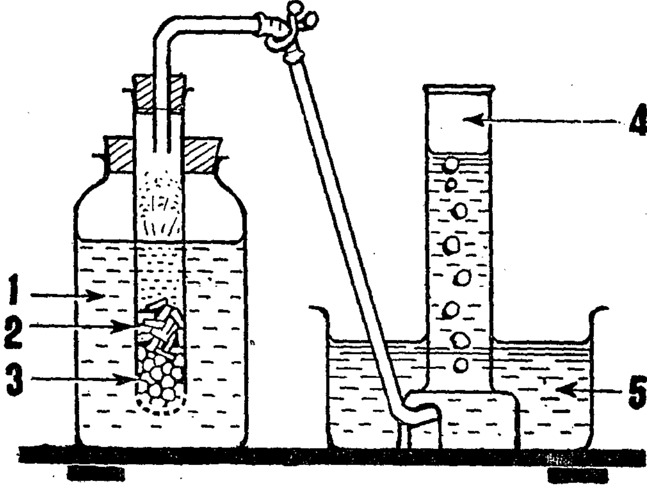
மிக எளிய முறையில், சிறிய அளவில் வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துமாறு எளிய கிப் சாதனத்தை நாம் செய்யமுடியும்.

**ஆய்வு 2-2**

**எளிய கிப் கருவி: ஹைட்ரஜன் தயாரிப்பு**

ஒரு வாய் அகன்ற புட்டியில் ஒரு துளையுடைய அடைப்பானைப் பொருத்துங்கள். அடைப்பானில் ஓர் ஆய்வுக் குழாயைப் பொருத்துங்கள். ஆய்வுக் குழாயின் அடியில் சிறுசிறு துவாரங்கள் இட்டிருக்க வேண்டும். சில கண்ணாடித் துண்டுகளை அடியில் போட்டு, அதன்மீது துத்தநாக ரவைகளை போடுங்கள். ஆய்வுக்குழாயை விடுகுழாய் இணைக்கப்

பட்ட அடைப்பானைக் கொண்டு இறுக மூடுங்கள். விடுகுழாயின் நுனியில் ரப்பர் துண்டை இணைத்து, பின்னர் மற்றொரு கண்ணாடிக் குழாயைச் செருகுங்கள். ரப்பரின் மீது இடுக்கியைப் பொருத்துங்கள்.




படம் 2-2.

ஹைட்ரஜன் தயாரிப்பு (எளிய கிப் சாதனம்)

1. நீர்த்த கந்தக அமிலம் 2. துத்தநாகத் துண்டுகள்
3. கண்ணாடிக் கோலிகள் 4. ஹைட்ரஜன் வாயு
5. தண்ணீர்

புட்டியினுள் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை முக்கால் அளவிற்கு ஊற்றுங்கள். இதுவே எளிய கிப் சாதனத்தைச் செய்யும் முறையாகும்.

**வேலைசெய்யும் முறை**

இடுக்கியைத் திறந்தவுடன், ஆய்வுக் குழாயின் அடியில் உள்ள துளைகள் வழியாக அமிலம் உள்ளே சென்று துத்தநாக ரவைகளுடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் வாயுவைத் தருகிறது.

தேவையற்றபோது இடுக்கியை மூடிவிட்டால், ஆய்வுக்குழாயில் தோன்றும் ஹைட்ரஜன் வாயு அதிக அழுத்தம் காரணமாக அமில மட்டத்தை கீழே அழுத்தி, வினை நடைபெறுவதைத் தானாகவே நிறுத்தி விடுகிறது.

இடுக்கியைத் திறந்தால், ஹைட்ரஜன் வாயு வெளிவந்துவிடும். அமிலம் குழாயினுள் நுழைந்து வினை மீண்டும் நடைபெறுகிறது.

இம்முறையில் ஹைட்ரஜனை மிக மலிவாகத் தயாரித்து வைத்துக் கொள்ளமுடியும்.

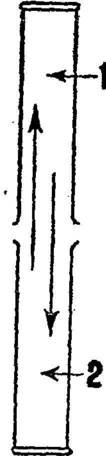
## இயற்பண்புகள்

### ஆய்வு 2-3. நிறம், மணம், கரைதிறன்

ஹைட்ரஜன் நிரம்பியுள்ள சாடியில் ஏதாவது நிறம் உள்ளதா? கண்ணாடித் தகட்டைச் சற்று நகர்த்தி அதை முகர்ந்து பாருங்கள். வாயுச் சாடியை கண்ணாடித் தொட்டியின் நீரில் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து சாடிக்குள் நீர் மட்டம் உயருகிறதா என்று காணுங்கள்.

### ஆய்வு 2-4. காற்றைவிட இலேசானதா? கனமானதா?

ஹைட்ரஜன் நிரம்பிய சாடியின் வாய்மேல் மற்றொரு சாடியைத் தலை கீழாக வைத்து இடையிலுள்ள கண்ணாடித் தகட்டை அகற்றிவிடுக. மேல் சாடியை தலைகீழாக வைத்தபடியே அதனுள் ஓர் எரியும் குச்சியை நுழை




படம் 2-3.
ஹைட்ரஜன் காற்றைவிட இலேசானதா?
1. காற்று 2. ஹைட்ரஜன்

யுங்கள். மற்றொரு எரியும் தீக்குச்சியை மேசைமீதுள்ள சாடியினுள் நுழைத்துப் பார்க்கவும்.

ஹைட்ரஜன் வாயு நிறமற்றது. மணமற்றது. இது நீரில் மிகச் சிறிதளவே கரைகிறது. இது காற்றைவிட இலேசானது. ஆய்வு 2-4ல் ஹைட்ரஜன் மேல்சாடியை அடைவதால் அச்சாடியில்தான் ஹைட்ரஜன் வாயு எரிகிறது.

## வேதிப்பண்புகள்

### ஆய்வு 2-5. எரிதல்

ஹைட்ரஜன் நிரம்பிய சாடியை தலைகீழாகப் பிடித்துக்கொண்டு, அதனுள் ஓர் எரியும் மெழுகு வர்த்தியினை எடுத்துச் செல்க. என்ன நிகழ்கிறது? சாடியின் உட்சுவர்களில் என்ன மாற்றம் காண்கிறீர்கள்?

ஹைட்ரஜன், காற்றில் நீல நிறச்சுடருடன் எரிகிறது. மெழுகுவர்த்தி அணைந்து விடுகிறது. சாடியின் உட்புறத்தில் நீர்த்துளிகள் காணப்படுகின்றன.

ஹைட்ரஜன் + ஆக்சிஜன் ⟶ நீர்

### ஆய்வு 2-6. காற்றுடன் ஹைட்ரஜனின் வினை

ஹைட்ரஜன் நிரம்பிய சாடியை மேசை மீது வைத்து, கண்ணாடித் தகட்டைச் சற்று நீக்கி, ஓரிரு வினாடிகள் கழித்து மூடிவிடு. சிறிதளவு ஹைட்ரஜன் வெளியேறி அவ்விடத்தை காற்று (ஆக்சிஜன்) அடைத்துக் கொள்ளும்.

ஒரு நீண்ட கம்பியின் நுனியில் ஒரு மெழுகு வர்த்தியைக் கட்டி அதனை எரியச்செய்.

மேசைக்கு சற்று தூரத்தில் நின்றுகொண்டு, எரியும் மெழுகுவர்த்தியை கொண்டே கண்ணாடித்

தகட்டைச் சற்று நகர்த்தி, சாடியின் திறந்த வாய் புறத்தின் அருகே சுடரினை எடுத்துக் செல்லுங்கள். என்ன நிகழ்கிறது?

ஹைட்ரஜன் காற்றுடன் வினைபுரியும்போது வெடி, ஒலி ஏற்படுகிறது.

குறிப்பு: இந்த ஆய்வினை மிக எச்சரிக்கையுடன் செய்தல் வேண்டும்.

## ஆய்வு 2-7. ஆக்சிஜனுடன் ஹைட்ரஜன் வினை

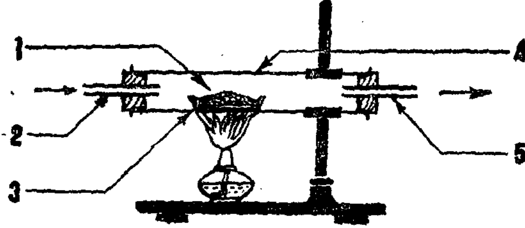
ஒரு கனத்த புட்டியினுள் ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் இரண்டையும் 1:2 என்ற கன அளவு விகிதத்தில் நிரப்புங்கள். அப்புட்டியை மூடிவையுங்கள். புட்டியை தடித்த கயிறு கொண்டோ, அல்லது கனமான துணி கொண்டோ சுற்றிவையுங்கள். ஒரு நீண்ட கம்பியின் நுனியில் ஒரு மெழுகுவர்த்தி கட்டி எரியவிடுங்கள். சற்றுதூரத்தில் இருந்தபடியே, புட்டியின் மேல் மூடியை நகர்த்தி, மெழுகுவர்த்திச் சுடரை புட்டியின் வாயருகில் எடுத்துச் செல்லுங்கள். என்ன காண்கிறீர்கள்?

ஹைட்ரஜன் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து வினை புரியும்போது பலத்த ஒலி ஏற்படுகிறது.

## ஆய்வு 2-8. ஹைட்ரஜன் ஒரு குறைப்பான்

படத்தில் காட்டியபடி ஒரு நீண்ட (30 செ.மீ.) கடினமான, கண்ணாடிக்குழாயின் நடுவில், ஒரு பீங்கான் படகில் கறுப்புநிற காப்பர் (II) ஆக்சைடை வையுங்கள். குழாயின் இருபுறமும் ஒரு துளை அடைப்பான்களால் மூடி, கண்ணாடிக் குழாயினைச் செருகுங்கள்.

கிப்பின் கருவியிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் ஹைட்ர ஜனை ஒரு நீர் காப்பு தொட்டி (Water trap) மூலம் கொப்பளித்து வரச்செய்யுங்கள்.




படம் 2-4.

காப்பர் II ஆக்ஸைடின் குறைப்பு

1. காப்பர் (II) ஆக்ஸைடு
2. ஹைட்ரஜன் வாயு உள்ளே வரும் குழாய்
3. பீங்கான் படகு
4. நீண்ட கடின கண்ணாடிக் குழாய்
5. ஹைட்ரஜன் வெளியேறும் குழாய்

காப்பர் (II) ஆக்சைடை ஸ்பிரிட் விளக்கால் நன்கு சூடுபடுத்துங்கள். அதன்மீது ஹைட்ரஜனைத் தொடர்ந்து செலுத்துங்கள்.

காப்பர் (II) ஆக்சைடுக்கு ஏற்படும் மாற்றங்களைக் காணுங்கள்.

சிறிது நேரத்தில் கரியநிற காப்பர் (II) ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜனால் குறைக்கப்பட்டு, பளபளப்பான சிவப்பு நிற தாமிர உலோகமாகக் குறைக்கப்படுகிறது. வெளி வரும் விடுகுழாயின் குளிர்ந்த பாகங்களில் நீர்த்துளிகள் படிந்திருப்பதைக் காணலாம்.

காப்பர் (II) ஆக்சைடு ஆக்சிஜனை இழந்து, தாமிரமாக மாறுவதை **குறைப்பு வினை** (Reduction) என்கிறோம். ஆக்சிஜனை நீக்க உதவும் ஹைட்ரஜனை, **குறைப்பான்** (Reducing agent) என்கிறோம்.

பயன்கள்

(1) ஹைட்ரஜன் மிக இலேசான வாயு. இது பழங்காலங்களில் காற்றுக் கப்பல்களில் நிரப்பப் பயன் பட்டது. எளிதில் தீப்பிடிக்கக்கூடிய அபாயம் இருந்ததால், பல தீவிபத்துகள் இக்காற்றுக் கப்பல் களுக்கு ஏற்பட்டன.

தற்காலத்தில் வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையங் களில், பலூன்களை மேலே செலுத்த, ஹைட்ரஜன் பயன்படுகிறது. மேலே சென்ற பலூன் ஒரு குறித்த உயரம் சென்றவுடன் வெடிக்கும். அங்குள்ள கருவிகள் பாரசூட் அமைப்பு மூலம் மீண்டும் பூமிக்குத் திரும்பும். அக்கருவிகள் காட்டும் அளவுகளிலிருந்து பல ஆராய்ச்சிகளை செய்வார்கள்.

(2) ஹைட்ரஜன் எரியும்போது அதிக அளவு வெப்பம் வெளியாகிறது. எனவே ஹைட்ரஜன் அதிக அளவு கலந்துள்ள நிலக்கரிவாயு (Coal gas), நீர்வாயு (Water gas) ஆகியன சிறந்த வாயு எரிபொருள் களாகப் பயன்படுகின்றன.

(3) ஹைட்ரஜன்-ஆக்சிஜன் கலந்த கலவை ஒரு கூர் முனையில் எரியும்போது ஏறத்தாழ 2600° செ. வெப்பநிலை ஏற்படுகிறது. இந்த ஆக்சி-ஹைட்ரஜன் சுடர்கொண்டு உலோகங்களை உருக்கி இணைக்கலாம் (Weld).

(4) ஹைட்ரஜனை ஒரு மின் வில் (Electric arc) வழியே செலுத்தும்போது அதன் மூலக்கூறுகள் வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று, தனி அணுக்களாகப் பிரிகின்றன. அது தொடர்ந்து சென்று, மின் வில்லைத் தாண்டியதும், மீண்டும் தனி அணுக்கள் ஒன்று கூடி ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறாக மாறிவிடுகின்றன. அப்போது ஏராளமான வெப்பம் உமிழப்படுகிறது. இந்த அணுக்

கள் கூடும்போது உருவாகும் சுடர், **அணு ஹைட்ரஜன் சுடர்** (Atomic hydrogen flame) எனப்படும்.

### (5) ஹைட்ரஜனேற்றம்

கடலை எண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய் போன்ற தாவர எண்ணெய்கள் வழியாக (நிக்கல் தூள்களின் முன்னிலையில்) அதிக அழுத்தத்தில் ஹைட்ரஜனைக் கொப்புளித்து செல்லச் செய்தால் இவை திண்ம நிலையை அடைகின்றன. இவை ''வனஸ்பதி'' எனப்படுகின்றன. இவ்வினையில் நிக்கல்தூள் வினை வேக மாற்றியாகச் செயல்புரிகிறது. இம்முறையில் வனஸ்பதி தயாரித்தலை ஹைட்ரஜனேற்றம் (Hydrogenation) என்கிறோம்.

### (6) அம்மோனியா தயாரித்தல்

அம்மோனியா உரங்கள், சாயங்கள், மருந்துகள் ஆகியன தயாரிக்க அம்மோனியா ஓர் இன்றியமையா துவக்கப் பொருளாகும்.

இந்த அம்மோனியாவைப் பெருமளவில் ஹேபர் முறையில் தயாரிக்கலாம்.

ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன் இவற்றிலிருந்து அம்மோனியா பெறப்படுகிறது.

மேற்கூறிய வினையில் இரும்பு வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

(7) தற்காலத்தில் ஹைட்ரஜன் சேர்மமாகிய ஹைட்ரசீன் (Hydrazine) ராக்கெட்டுகளைச் செலுத்த தேவையான எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

### வினாக்கள்

1. நீரில் எத்தனை விழுக்காடு ஹைட்ரஜன் உள்ளது?

2. 'ஹைட்ரோகார்பன்' சேர்மங்கள் என்பவை யாவை?

3. துத்தநாகம், நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியும்போது ஏற்படும் வாயு யாது? சமன்பாடு தருக.

4. ஆய்வகத்தில் ஹைட்ரஜன் வாயுவைத் தயாரித்தலை படத்துடன் விவரிக்க.

5. ஹைட்ரஜன் காற்றைவிட இலேசானது — நிரூபிக்க இரு சான்றுகள் தருக.

6. ஹைட்ரஜன் ஒரு குறைப்பான் என்பதை விவரிக்க.

7. 'ஹைட்ரஜனேற்றம்' என்பதை விவரிக்க.

8. ஹேபர் முறை யாது? இதில் கிடைக்கப் பெறும் பொருள் யாது?

9. ஹைட்ரஜன் கலந்த இரு வாயு எரிபொருள்களைக் குறிப்பிடுக.

10. 'அணு ஹைட்ரஜன் சுடர்' - விளக்குக.

11. எளிய கிப் சாதனத்தின் படம் வரைந்து, அது பயன்படும் முறையினை விளக்குக.

12. ஹைட்ரஜன் காற்றில் எரியும்போது ஏற்படும் சுடரின் வண்ணம் யாது? அப்போது உருவாகும் பொருள் யாது?

## 3. ஆக்சிஜனேற்றமும் குறைப்பும்

வேதிவினை நிகழும்போது புதிய பொருள்கள் உருவாகின்றன. அப்படி புதிய பொருள்கள் உருவாகும் போது சில வினைகளில் அவற்றுடன் ஆக்சிஜன்

சேர்க்கப்படுகிறது. சில வினைகளில் வினைபடு பொருள்களிலிருந்து ஆக்சிஜன் நீக்கப்படுகிறது. மற்றும் சில வினைகளில் ஹைட்ரஜன் சேர்க்கப் படுகிறது அல்லது நீக்கப்படுகிறது. இத்தகைய வினைகளைப் பற்றி இப்பாடத்தில் காண்போம்.

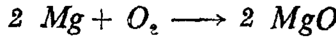
கார்பன் காற்றில் எரியும்போது கார்பன் டைஆக்சைடு உருவாகிறது. கார்பன் ஆக்சிஜனுடன் கூடியே கார்பன் டைஆக்சைடு உருவாகிறது. இதில் கார்பனுடன் ஆக்சிஜன் சேர்கிறது. இது ஆக்சிஜன் கூடும் வினையாகும். இவ்விதம் ஒரு வேதிவினை நிகழும்போது ஒரு பொருளுடன் ஆக்சிஜன் கூடும் வினை **ஆக்சிஜனேற்ற வினை** (Oxidation reaction) எனப்படும்.



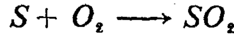
$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \uparrow$$

பொருள்களுடன் ஆக்சிஜன் சேரும் வினைகளை முன் பாடங்களில் படித்துள்ளோம்.

மெக்னீசியம் காற்றில் எரிந்து மெக்னீசிய ஆக்சை டைக் கொடுத்தது. கந்தகம் காற்றில் எரிந்து கந்தக டைஆக்சைடைத் தந்தது.



$$2\ Mg + O_2 \longrightarrow 2\ MgO$$



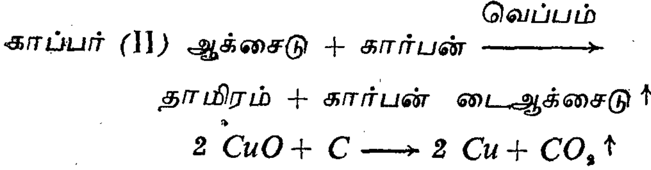
$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

இந்த இரு வினைகளும் ஆக்சிஜனேற்ற வினை களாகும்.

மற்றொரு வகை வேதிவினை நிகழ்வதைக் காண் போம்.

காப்பர் (II) ஆக்சைடுடன் கார்பன் தூளைக் கலந்து வெப்பப்படுத்தினால், பளபளப்பான தாமிரம் தனித்துப் பிரிவதைக் காணலாம். அப்போது

கார்பன் டைஆக்சைடு வாயு உருவாகி வெளிச் செல்கிறது.



காப்பர் (II) ஆக்சைடு + கார்பன் $\xrightarrow{\text{வெப்பம்}}$

தாமிரம் + கார்பன் டைஆக்சைடு ↑

$$2\,CuO + C \longrightarrow 2\,Cu + CO_2 \uparrow$$

இந்த வினையில் நிகழ்ந்த மாற்றங்கள் யாவை?

காப்பர் (II) ஆக்சைடு ஆக்சிஜனை இழந்தது. இவ்வாறு ஒரு வேதிவினையில் ஒரு சேர்மம், ஆக்சிஜனை இழந்தால் அந்த வினை **குறைப்பு வினை** (Reduction reaction) எனப்படும்.

மாறாக, இதே வினையில் கார்பன், கார்பன் டைஆக்சைடாக மாறியுள்ளது. கார்பனுடன் ஆக்சிஜன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. கார்பன், முன்பு கூறியபடி ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்துள்ளது.

இவ்வினையில் இரு நிகழ்ச்சிகளைக் காணலாம்.

(1) கார்பன், காப்பர் (II) ஆக்சைடை தாமிரமாகக் குறைக்கிறது.

(2) காப்பர் (II) ஆக்சைடு, கார்பனைக் கார்பன் டைஆக்சைடாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்கிறது.

கார்பன் ஒரு குறைப்பான்; காப்பர் (II) ஆக்சைடு ஓர் ஆக்சிஜனேற்றி.

ஒரு குறைப்பான் ஒரு சேர்மத்திலிருந்து ஆக்சிஜனை நீக்கக்கூடியது.

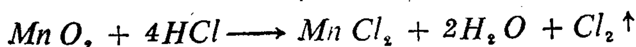
ஓர் ஆக்சிஜனேற்றி வேதிவினை நிகழும்போது ஆக்சிஜனை சேர்க்கக்கூடியது.

**ஆய்வு 3-1**

ஓர் ஆய்வுக்குழாயில் சிறிது மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடை எடுத்துக்கொண்டு அதன் மீது அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேர். என்ன நிகழ்கிறது?

பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிற வாயு வெளிப் படுகிறது. இவ்வாயு குளோரின் வாயுவாகும்.

மாங்கனீசு (IV) ஆக்சைடு + ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் ⟶ மாங்கனீசு (II) குளோரைடு + நீர் + குளோரின் ↑



$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$$

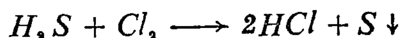
இவ்வினையில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தி லிருந்த ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படுகிறது. இப்படி ஒரு சேர்மத்திலிருந்து ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்டாலும் அவ்வினையை **ஆக்சிஜனேற்றவினை** எனலாம்.

**ஆய்வு 3-2**

ஓர் ஆய்வுக்குழாயில் குளோரின் நீரியக்கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு அதன்வழியாக ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயுவைச் செலுத்தின் நிகழும் மாற்றம் யாது?

இவ்வினையில் கந்தகம் வீழ்படிவாகப் படிகிறது. உருவாகும் மற்றொரு பொருள் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் ஆகும்.

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு + குளோரின் ⟶ ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் + கந்தகம் ↓



$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S \downarrow$$

இவ்வினையில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடிலிருந்து ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படுகிறது. அதாவது ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

குளோரின் இவ்வினையில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. குளோரினுடன் ஹைட்ரஜன் சேர்க்கப்படுவதால் குளோரின் குறைக்கப்படுகிறது என்கிறோம்.

ஹைட்ரஜன் சல்பைடு, தனது ஹைட்ரஜனை குளோரினுக்கு கொடுத்து அதை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமாகக் குறைப்பதால் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு ஒரு குறைப்பான் ஆகும்.

குளோரின், ஹைட்ரஜன் சல்பைடிலிருந்து, ஹைட்ரஜனைப் பிரித்து அதனைக் கந்தகமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச்செய்ததால், குளோரின் ஓர் ஆக்சிஜனேற்றியாகும்.

## எலெக்ட்ரான் கொள்கை

ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளையும், குறைப்பு வினைகளையும் வினை நிகழும்போது ஏற்படும் எலெக்ட்ரான் மாற்றங்களைக் கொண்டும் விவரிக்கலாம்.

கீழ்காணும் வினையைக் கருதுவோம். சோடியம் ஓர் உலோகம். இது குளோரின் வாயுவில் எரிந்து சோடியம் குளோரைடு என்ற சேர்மம் கிடைக்கிறது.

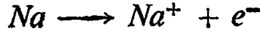
$$\text{சோடியம்} + \text{குளோரின்} \xrightarrow{\text{எரிதல்}} \text{சோடியம் குளோரைடு}$$

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

சோடியம் குளோரைடு சேர்மத்தில் சோடியம் அயனியும் ($Na^+$) குளோரைடு அயனியும் ($Cl^-$) உள்ளன.

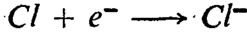
இந்த இரு அயனிகளும் எப்படி உருவாயின? இந்த வினையில் ஏற்பட்ட எலெக்ட்ரான் மாற்றம் யாது?

சோடியம் அணு ஓர் எலெக்ட்ரானை இழந்து சோடியம் ($Na^+$) அயனியாக மாறுகிறது.



$$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$$

குளோரின் அணு அந்த எலெக்ட்ரானை ஏற்று குளோரைடு அயனியாக ($Cl^-$) மாறுகிறது.



$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$

இந்த வினையில் **எலெக்ட்ரான் இழப்பு,** ஆக்சிஜனேற்றம் எனப்படும். எனவே சோடியம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்துள்ளது.

**எலெக்ட்ரான் சேர்ப்பு,** குறைப்பு வினை எனப்படும். எனவே, குளோரின் இவ்வினையில் குறைப்பிக்கப்படுகிறது.

இந்த வினையில் குளோரின் அணு, சோடியம் அணுவிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை நீக்கி அதை தான் பெற்றுக்கொள்கிறது. எனவே குளோரின் ஓர் ஆக்சிஜனேற்றியாகிறது. சோடியம் அணு ஓர் எலெக்ட்ரானைக் கொடுத்து குளோரினை, குளோரின் அயனியாக்குகிறது. இப்படி எலெக்ட்ரானை அது வழங்குவதால் அது ஒரு குறைப்பான் எனப்படுகிறது.

இப்பாடத்தில் நாம் படித்த முடிவுகளைக் கீழ்கண்ட அட்டவணையில் குறிக்கலாம்:

| ஆக்சிஜனேற்றம் | குறைப்பு |
|---|---|
| ஒரு பொருளுடன் ஆக்சிஜன் சேர்க்கப்படுதல் ஆக்சிஜனேற்றம் | ஒரு பொருளிலிருந்து ஆக்சிஜன் நீக்கப்படுதல் குறைப்பு |

| ஆக்சிஜனேற்றம் | குறைப்பு |
|---|---|
| ஒரு பொருளிலிருந்து ஹைட்ரஜனை நீக்குதல் ஆக்சிஜனேற்றம் | ஒரு பொருளிலிருந்து ஆக்சிஜனை நீக்குதல் குறைப்பு |
| ஒரு பொருளின் எலெக்ட்ரான் இழப்பு, ஆக்சிஜனேற்றம் | ஒரு பொருள் எலெக்ட்ரானை ஏற்பது குறைப்பு |

வேதிவினைகள் நிகழும்போது ஆக்சிஜனேற்றமும் குறைப்பும் நடக்கின்றன. வேதிவினையில் பங்கு கொள்ளும் ஒரு பொருள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்தால் அவ்வினையில் மற்றொரு பொருள் குறைப்பிக்கப்படுகிறது.

### வினாக்கள்

1. ஆக்சிஜனேற்றம் என்றால் என்ன?
2. குறைப்பு என்றால் என்ன?
3. ஆக்சிஜனேற்றம், குறைப்பு - ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
4. எலெக்ட்ரான் மாற்றங்களின் அடிப்படையில், ஆக்சிஜனேற்றம் என்பது யாது?
5. சோடியம் குளோரைடு உருவாகும் வினையை விளக்குக. இதில் எது ஆக்சிஜனேற்றியாகவும், குறைப்பானாகவும் செயல்படுகிறது?
6. ஆக்சிஜனேற்றம், குறைப்பு இவற்றிற்குள்ள வேறுபாடுகளை அட்டவணைப்படுத்துக.
7. ஆக்சிஜனேற்றி, குறைப்பான் இவற்றிற்குள்ள வேறுபாடுகளை அட்டவணைப்படுத்துக.

### தெரிந்துகொள்

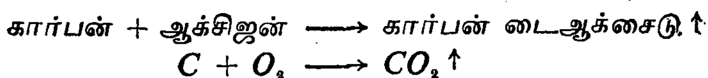
பொட்டாசியம், புரோமினுடன் சேர்ந்து பொட்டாசியம் புரோமைடு உருவாகும் வினையும், சோடியம் குளோரைடு உருவாகும் வினை போன்றதே.

# 4. கார்பன் டைஆக்சைடு

மூலக்கூறு வாய்பாடு: $CO_2$ மூலக்கூறு எடை · 44

ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் போன்று நமது வாழ்வில் மிக முக்கிய பங்கு பெறும் மற்றொரு வாயு கார்பன் டைஆக்சைடாகும்.

கார்பன், காற்றில் எரிந்து கார்பன் டைஆக்சைடு உருவாகிறது. கரிமச் சேர்மங்கள் எரியும்போதும் அவற்றிலுள்ள கார்பன், கார்பன் டைஆக்சைடாக மாறுகிறது. அன்றாட வாழ்வில் நாம் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும் மரம், மரக்கரி, நிலக்கரி, மண்ணெண்ணெய், பெட்ரோலியம் யாவும் காற்றில் எரியும்போது கார்பன் டைஆக்சைடு கிடைக்கிறது.



கார்பன் + ஆக்சிஜன் ⟶ கார்பன் டைஆக்சைடு ↑

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \uparrow$$

உயிரினங்கள் வெளிவிடுகின்ற மூச்சில் கார்பன் டைஆக்சைடு உள்ளது. எனவே வளிமண்டலத்தில் கார்பன் டைஆக்சைடின் விழுக்காடு உயர்ந்துகொண்டே செல்லவேண்டும். மாறாக, அதன் மதிப்பு சுமார் 0.03% தான் உள்ளது. இதற்கு மிக முக்கியமான காரணம் யாது? கார்பன் டைஆக்சைடு புதிதாக ஏற்பட, ஏற்பட அது தாவரங்களால் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்கின்றபோது உறிஞ்சப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ந்தால்தான் தாவரங்கள் உலகிற்கு வேண்டிய உணவைத் தயாரிக்க முடியும். இந்த உணவை உட்கொண்டே மற்ற உயிரினங்கள் வாழவேண்டும். எனவே கார்பன் டைஆக்சைடு மிக இன்றியமையாத ஒரு வாயு ஆகும்.

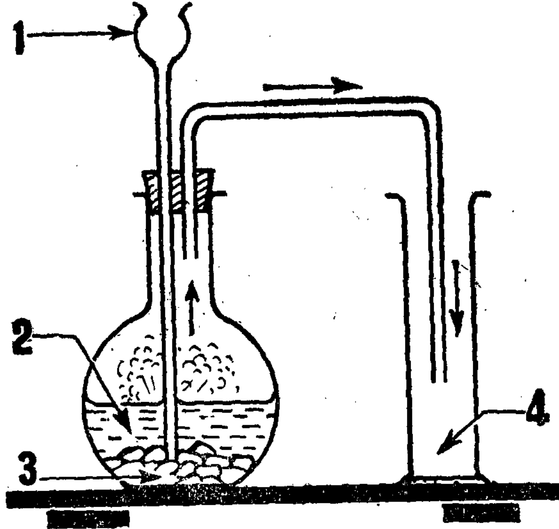
## ஆய்வு 4-1

ஆய்வகத்தில் கார்பன் டைஆக்சைடை எளிதில் பெறலாம்.

**ஆய்வுச் சாதனங்கள்**

(1) தட்டை அடிப்பாகம் கொண்ட கண்ணாடிக் குடுவை
(2) இரு துளை அடைப்பான்
(3) நீண்ட காம்புடன் திசில் புனல்
(4) விடுகுழாய்
(5) வாயுச் சாடிகள் - 6
(6) கண்ணாடித் தகடுகள் - 6

படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஆய்வுச்சாதனங்களை அமையுங்கள். குடுவையில் சலவைக்கல் தூளை எடுத்துக்




படம் 4-1.
கார்பன் டைஆக்ஸைடு ஆய்வகத் தயாரிப்பு
1. திசில் புனல் 2. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம்
3. சலவைக் கல் 4. கார்பன் டைஆக்ஸைடு வாயு

கொள்ளுங்கள். திசில்புனல் வழியாக நீர் கலந்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தைச் சேருங்கள். திசில்

புனலின் காம்பின் கீழ்நுனி, அமிலத்தினுள் மூழ்கியிருக்க வேண்டும்.

வேதிவினை விரைவாக நடைபெறுகிறது. நுரைத்தலுடன் கார்பன் டைஆக்சைடு வெளிவருகிறது. இதனை நேரிடையாக வாயுச் சாடிகளில் காற்றின் மேல்முகப் பெயர்ச்சியால் சேகரியுங்கள். 5 அல்லது 6 வாயுச் சாடிகளில் கார்பன் டைஆக்சைடைச் சேகரித்து கண்ணாடித் தகட்டால் மூடி மேசைமீது வையுங்கள்.

சலவைக்கற்கள் + நீர்த்த ஹைட்ரோ
(கால்சியம் குளோரிக் அமிலம்
கார்பனேட்)

→ கால்சியம் குளோரைடு + நீர் + கார்பன் டைஆக்சைடு



$$CaCo_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட கார்பன் டைஆக்சைடில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் நீராவியும் கலந்திருக்கும்.

கார்பன் டைஆக்சைடு வாயுவைத் தூய நிலையில் பெற, இவ்வாயுவை நீர்த்த சோடியம் பைகார்பனேட் கரைசல் வழியே செலுத்தினால் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமில வாயு நீக்கப்படுகிறது. பின்னர் அடர் கந்தக அமிலத்தின் வழியே செலுத்தினால் தூய, உலர் கார்பன் டைஆக்சைடு வாயு கிடைக்கும்.

## இயற்பண்புகள்

கார்பன் டைஆக்சைடு நிறமற்ற வாயு; தனித்த மணம் உடையது. நீரில் கரையக்கூடியது. நீரினில் கரைந்து அந்நீருக்கு ஒரு தனிச்சுவையைத் தர வல்லது. நீரில் இது சமப்பருமனளவு கரையக் கூடியது. 10 மிலி. நீரில் 10 மிலி. கார்பன் டைஆக்சைடு கரையும். காற்றைப் போன்று $1\frac{1}{2}$ பங்கு

கனமுடையது. அழுத்தத்தை அதிகரித்து இதன் கரைதிறனை அதிகப்படுத்தலாம்.

கார்பன் டைஆக்சைடு வாயுவை அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால் அது நீர்மமாக மாறி விடும். இந்த நீர்மத்தை ஆவியாக்கும்போது, குளிர்ச்சி ஏற்பட்டு இது குளிர்ந்து வெண்மை நிறத் திண்மப் பொருளாகப்படியும். இதை 'உலர்ந்த பனிக்கட்டி' (Dry ice) என்கிறோம்.

**வேதிப்பண்புகள்**

கார்பன் டைஆக்சைடின் வேதிப் பண்புகளை அறிய கீழ்காணும் ஆய்வுகளைச் செய்யுங்கள்.

(எளிதிலும், தொடர்ச்சியாகவும் கார்பன்டை ஆக்சைடைப் பெற நாம் கிப் சாதனத்தை ஆய்வகங்களில் பயன்படுத்தலாம்.)

**ஆய்வு 4-2**

கார்பன் டைஆக்சைடு நிரம்பியுள்ள ஒரு வாயுச் சாடியினுள் ஒரு எரியும் மெழுகுவர்த்தியை எடுத்துச்செல்லுங்கள். என்ன மாற்றம் காண்கிறீர்கள்?

மெழுகுவர்த்தி அணைந்துவிடுகிறது. கார்பன் டைஆக்சைடு வாயுவும் எரிவதில்லை. அது எரியும் பொருள்களுக்கு எரியத் துணை செய்வதும் இல்லை.

**ஆய்வு 4-3**

கார்பன் டைஆக்சைடு நிரம்பிய சாடியினுள், எரியும் மெக்னீசிய நாடாவை எடுத்துச் செல்லுங்கள். என்ன மாற்றம் நிகழ்கிறது? சாடியினுள் சிறிது நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை ஊற்றிக் குலுக்குங்கள். கரைசலின்மீது என்ன காண்கிறீர்கள்?

எரியும் மெக்னீசிய நாடா தொடர்ந்து எரிகிறது. இவ்வினையில் சிறிது ஒலியும் ஏற்படுகிறது. கார்பன் டைஆக்சைடு சிதைவுற்று மெக்னீசியம் எரியத் தேவையான ஆக்சிஜனைத் தருகிறது. உருவாகும் மெக்னீசிய ஆக்சைடு கந்தக அமிலத்தில் கரைந்து விடுகிறது கார்பன் துகள்கள் கரைசலின் மீது மிதப்பதைக் காணலாம்.

மெக்னீசியம் + கார்பன் டைஆக்சைடு ⟶ மெக்னீசியம் ஆக்சைடு + கார்பன்



$$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

மேற்கூறிய வினையில் ஆக்சிஜனேற்றி எது என்று சிந்தித்துப் பாருங்கள்.

## ஆய்வு 4-4

கார்பன் டைஆக்சைடு நிரம்பிய சாடியினுள் சிறிது தூய நீர் கலந்து நன்கு குலுக்குங்கள். பின் அதில் நீல லிட்மஸ் கரைசலைச் சேருங்கள். என்ன மாற்றம் காண்கிறீர்கள்?

பின் கரைசலை ஆய்வுக்குழாயில் ஊற்றி வெப்பப்படுத்துங்கள். என்ன மாற்றம் ஏற்படுகிறது?

கார்பன் டைஆக்சைடு தூய நீரில் கரைந்து கார்பானிக் அமிலத்தைத் தருகிறது. என்வே, இக்கரைசல், நீல லிட்மஸ் கரைசலைச் சிவப்பாக மாற்றுகிறது.

இந்த சிவப்புக் கரைசலை ஆய்வுக் குழாயில் இட்டு வெப்பப்படுத்தும்போது, அதில் கரைந்துள்ள கார்பன் டைஆக்சைடு வெளியேற்றப்படுகிறது. இதனால் அக்கரைசல் மீண்டும் நீல வண்ணமாக மாறுகிறது.

**ஆய்வு 4-5**

கார்பன் டைஆக்சைடு நிரம்பியுள்ள மற்றொரு சாடியினுள் புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட தெளிந்த சுண்ணாம்புக் கரைசலைச் சிறிது சேர்த்து குலுக்குங்கள். என்ன மாறுதல் ஏற்படுகிறது?

கார்பன் டைஆக்சைடுடன் தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்த்துக் குலுக்கினால் சுண்ணாம்பு நீர் பால்போலாகிவிடுகிறது. இந்த வெண்மை வண்ணத்திற்கு காரணம் இப்போது உருவாகும் கால்சியம் கார்பனேட் துகள்களாகும்.

கார்பன் டை ஆக்சைடு + கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு (சுண்ணாம்பு நீர்) ⟶ கால்சியம் கார்பனேட் ↓ (வெண்மை துகள்கள்) + நீர்

**பயன்கள்**

(1) தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் ஸ்டார்ச் தயாரிக்க கார்பன் டைஆக்சைடு இன்றியமையாதது. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும்போது ஆக்சிஜன் வாயு வெளிவிடப்படுகிறது.

(2) கார்பன் டைஆக்சைடு நீரினில், அதிக அழுத்தத்தில் கரைக்கப்பட்டு சோடா நீராக (Aerated water) பயன்படுகின்றது.

(3) கார்பன் டைஆக்சைடு நெருப்பு அணைக்கும் சிலிண்டர்களில் பயன்படுகிறது. அந்த சிலிண்டர்களில் உள்ள சலவைக்கல் தூளுடன் நீர்த்த கந்தக அமிலம் கலந்து இவ்வாயு உருவாகிறது. இது தீயை அணைக்கப் பயன்படுகிறது.

(4) சோடியம் பைகார்பனேட், சோடியம் கார்பனேட் ஆகிய சேர்மங்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

(5) திண்ம கார்பன் டைஆக்சைடை "உலர்ந்த பனிக்கட்டி" என்று அழைக்கிறோம். இது செயற்கை மழை உண்டாக்கவும், ஐஸ்கிரீம் செய்யவும் பயன் படுகிறது.

## வினாக்கள்

1. கார்பன் டைஆக்சைடில் உள்ள தனிமங்கள் யாவை?
2. கார்பன் டைஆக்சைடின் முக்கியத்துவம் யாது?
3. ஆய்வகத்தில் கார்பன் டைஆக்சைடை எவ்வாறு தயாரிக்கலாம்?
4. எளிய கிப் சாதனங்கொண்டு, கார்பன் டை ஆக்சைடை எவ்வாறு பெறுவாய்? படம் வரைக.
5. "உலர்ந்த பனிக்கட்டி" என்பது யாது? அதன் பயன் யாது?
6. கார்பன் டைஆக்சைடிலிருந்து பெறக்கூடிய இரு முக்கிய உப்புகள் யாவை?
7. தாவரங்களும், உயிரினங்களும் எவ்வாறு ஒன்றுக்கொன்று உதவிபுரிகின்றன?
8. கார்பானிக் அமிலத்தை நாம் குடிக்கலாமா?
9. கார்பன் டைஆக்சைடு நெருப்பை அணைக்க உதவுகிறது. ஏன்? எப்படி?
10. மெக்னீசிய நாடா ஏன் கார்பன் டை ஆக்சைடு நிரம்பியுள்ள சாடியினுள் தொடர்ந்து எரிகிறது?

## 5. நீர்

மூலக்கூறு வாய்பாடு: $H_2O$ மூலக்கூறு எடை: 18

உயிரினங்கள் உயிர் வாழ காற்றுக்கு அடுத்த படியாக நீர் மிகவும் இன்றியமையாதது. உலகில் காணும் சேர்மங்களில் பெரும்பாலானவற்றில் நீர் கலந்துள்ளது. நமது உடலிலும் ஏறத்தாழ 70% நீர் உள்ளது. தாவரங்கள் சத்துநீரை உறிஞ்சுவதும் உப்புக் கரைசல்களிலிருந்துதான். பல வேதி மாற்றங்கள் நிகழ்வதும் உப்புகளின் நீர்க்கரைசல்கள் மூலமே. நமது உடலில் நிகழும் எல்லா வேதி மாற்றங்களும் நீர்க்கரைசல்களிலேயே நடைபெறுகின்றன. இயற்கையில் திண்மநிலை, நீர்மநிலை, வாயுநிலை ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் காணக்கூடிய ஒரு சேர்மம் நீராகும். பனிக்கட்டி உருகி நீராகிறது; நீர் கொதித்து, நீராவியாகிறது.

நீரிலிருந்துதான் சக்திவாய்ந்த் நீராவியைப் பெறுகிறோம். நீராவியைப் பயன்படுத்தி மின்சாரத்தைப் பெறுகிறோம்.

நமது அன்றாட வாழ்விற்கு நீர் பல வழிகளில் பயன்படுகிறது.

தூய்மையான நீர், இயற்கையில் எளிதில் கிடைப்பதில்லை.

நீர் ஓர் ''அனைத்துக் கரைப்பான்'' (Universal solvent) ஆகும். அது கரைசலாகத்தான் காணப்படுகிறது. இதில் பல உப்புகள் கரைந்துள்ளன.

சூரிய வெப்பத்தால் உலகில் காணும் நீர் நிலைகளில் உள்ள நீர், ஆவியாக மாறி மேலே

செல்கிறது. இது தூய்மையாக உள்ளது. ஆனால் இந்த நீராவி மீண்டும் குளிர்ந்து நீராகி, மழையாக பூமிக்கு வரும்போது அதில் பல மாசுகளும், வாயுக்களும் கரைந்துவிடுகின்றன. காற்றில் மிதக்கும் கரித்துகள்களும், கார்பன் டைஆக்சைடும் கரைந்து விடுகின்றன.

மின்னல் ஏற்படும்போது உருவாகும் நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளும் மழைநீரில் கரைந்துவிடுகின்றன. ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் போன்ற வாயுக்களும் கரைந்து விடுகின்றன.

இம்மழை நீர் நிலத்தில் விழும்போது, அதன் தூய்மை இன்னும் கெட்டுவிடுகிறது.

இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரை நான்கு வகை களாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) மழை நீர்
(2) ஆற்று நீர்
(3) ஊற்று நீர்
(4) கடல் நீர்

மழை நீரே இவை அனைத்திலும் தூய்மை யானது. காற்றில் உள்ள வாயுப்பொருள்கள் தான் இதில் மாசாகக் கரைந்திருக்க வேண்டும். ஆற்று நீரில் பல கரைந்த மாசுப் பொருள்களும், பல மிதக்கும் கரையாத மாசுகளும் காணப்படும்.

கடல் நீரில் பல உப்புகள் கரைந்து இருப்பதால் அது குடிக்கத் தகுதியானதாக இருப்பதில்லை. அதில் அதிக அளவு சோடியம் குளோரைடு கரைந்துள்ளது. மற்றும் மெக்னீசியம், கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம் ஆகியவற்றின் உப்புகளும் கடல் நீரில் கரைந்துள்ளன.

ஊற்று நீர் பார்வைக்குத் தூய்மையாகக் காணப் பட்டாலும் அதில் இடத்திற்கு ஏற்ப குறிப்பிட்ட உப்புகள் கரைந்து காணப்படுகின்றன. இதனால் சில ஊற்று நீர்கள் நோய்களை நீக்கும் பண்பினைப் பெற்றுள்ளன.

## இயற்பண்புகள்

தூய நீர் நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற நீர்மமாகும். இது சாதாரண அழுத்தத்தில் 0° செ. (273 K)-ல் உறைந்து திண்ம பனிக்கட்டியாக மாறு கிறது. வெப்பப்படுத்தினால் 100° செ. (373 K)ல் கொதித்து நீராவியாக மாறுகிறது. 4° செ. (277 K)ல், 1 லிட்டர் நீரின் எடை 1 கிலோ கிராம் ஆகும். இது ஒரு வெப்ப அரிதில் கடத்தி; தூயநீர் மின்சாரத்தை யும் கடத்துவதில்லை,

முன்பு கூறியபடி, நீர் பல பொருள்களைக் கரைக்கக் கூடியது. அப்பொருள்களில் பெரும்பாலா னவை நீர்க்கரைசலாகும்போது அவற்றின் அயனி களாகப் பிரிகின்றன. இக்காரணம் பற்றியே மின் சாரம் இக்கரைசல்கள் மூலம் எளிதில் பாய்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு உப்பை நீரில் கரைத்தவுடன் அது சோடியம் அயனியாகவும், குளோரைடு அயனியாகவும் பிரிந்துவிடுகிறது. நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை உட்கொண்டு பல நீர்வாழும் உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. நீரில் பல மருந்துப் பொருள்கள் கரைவதால்தான் நாம் பல மருந்துகளை உட்கொள்ள முடிகிறது; பல மருந்துகளை ஊசி மருந்தாகவும் பயன்படுத்த முடிகிறது.

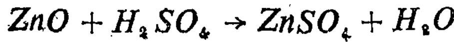
## வேதிப்பண்புகள்

1781ஆம் ஆண்டு வரை நீர் ஓர் தனிமம் என்றே கருதி வந்தனர். அது ஹைட்ரஜன் ஆக்சைடு

என்று கேவன்டிஷ் (Cavendish) என்ற அறிவியலார் முதன் முதலில் நிரூபித்தார். ஹைட்ரஜனைக் காற்றில் எரியச் செய்தும், பின் ஹைட்ரஜனை ஆக்சிஜனில் எரியச் செய்தும் அவர் அதனை நிரூபித்தார். ஆனால் நீரை வெப்பப்படுத்தி எளிதில் அதன் தனிமங்களான ஹைட்ரஜனாகவும் ஆக்சிஜனாகவும் பிரிக்க முடியாது.

துத்தநாக ஆக்சைடையும் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையும் சேர்க்கும்போது நமக்கு துத்தநாகச் சல்பேட்டும் நீரும் கிடைக்கிறது. இதிலிருந்தும் நீர், ஹைட்ரஜன் ஆக்சைடு என நிரூபிக்கலாம்.

துத்தநாக ஆக்சைடு + கந்தக அமிலம் ⟶ துத்தநாக சல்பேட் + நீர்



$$ZnO + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2O$$

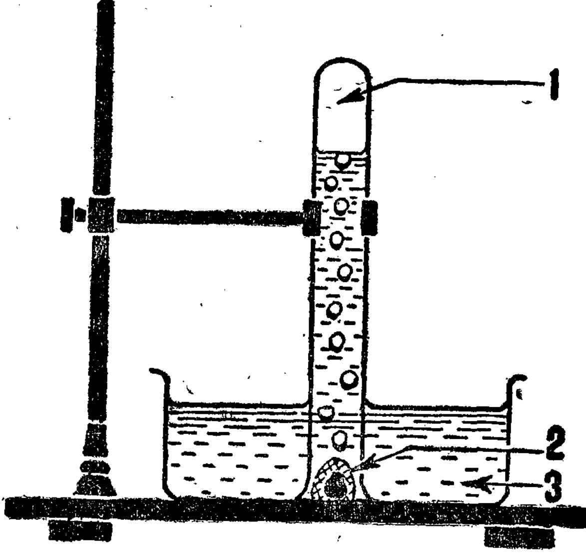
## ஆய்வு 5-1. குளிர்ந்த நீருடன் உலோகங்கள் வினை புரிதல்

ஓர் அகன்ற கண்ணாடித் தொட்டியில் தூய நீரினைப் பாதியளவிற்கு எடுத்துக்கொள்ளுங்கள். ஒரு மெல்லிய கம்பி வலையில் ஒரு துண்டு சோடியத்தை வைத்து வலைக்கம்பியை நன்கு சுற்றி தொட்டியினுள் இடுங்கள். உடனே அக் கம்பிவலைக்கு நேராக நீர் நிரம்பிய ஒரு சோதனைக்குழாயை வைத்து மூடுங்கள்.

சோடியத்திலிருந்து வாயுக் குமிழிகள் வெகு வேகமாக வர ஆரம்பிக்கும். இவை ஆய்வுக்குழாயினுள் சென்று அதிலுள்ள நீரை கீழ்முகப் பெயர்ச்சி செய்யும். விரைவில் ஆய்வுக்குழாய் முழுவதும் வாயு நிரம்பிவிடும்.

அக்குழாயை விரலால் நன்கு மூடிக்கொண்டு வெளியில் எடுங்கள். ஓர் எரியும் குச்சியை ஆய்வுக் குழாயினுள் நுழையுங்கள். என்ன நிகழ்கிறது?

கண்ணாடித் தொட்டியில் உள்ள நீரை விரலால் நெருடிப் பாருங்கள். அதன் தன்மை எப்படியுள்ளது?




படம் 5-1.
குளிர்ந்த நீருடன் சோடியம் வினைபுரிதல்
1. ஹைட்ரஜன் வாயு
2. கம்பி வலையினுள் சோடியம் 3. தண்ணீர்

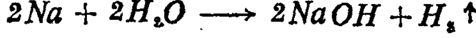
அக்கரைசலில் சிவப்பு லிட்மஸ் தாளை இட்டு, வெளியே எடுங்கள். அத்தாளுக்கு ஏதாவது வண்ண மாற்றம் ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

மேற்கண்ட ஆய்வில் நாம் அறிந்ததென்ன? ஆய்வுக் குழாயினுள் சுடர்க் குச்சியை எடுத்துச் சென்றதும் அந்த வாயு 'பாப்' என்ற சிறிய ஒலியுடன் தானே எரிய ஆரம்பிக்கிறது. குச்சி அணைந்து விடுகிறது. எனவே அவ்வாயு 'ஹைட்ரஜன்' என அறியலாம்.

தொட்டியில் உள்ள கரைசல் சோப்புக் கரைசல் போன்று, வழவழப்பாக உள்ளது. அது சிவப்பு

லிட்மஸ் தாளை நீலமாக மாற்றி விடுகிறது. அக் கரைசல் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலாகும்.

சோடியம் + நீர் ⟶ சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு + ஹைட்ரஜன் ↑

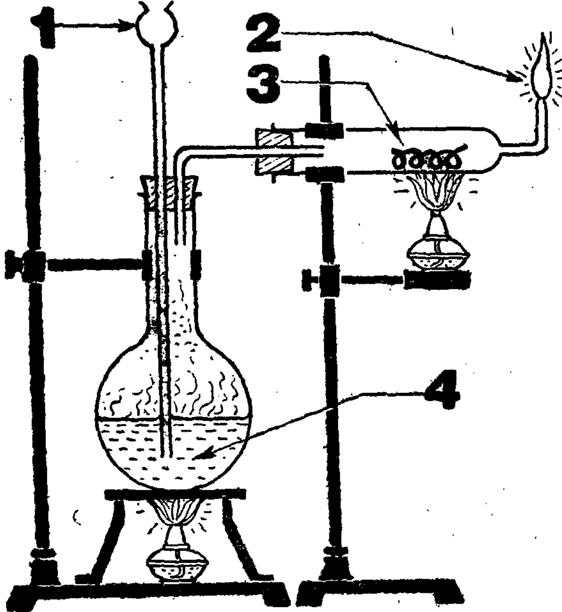


$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

சோடியத்தைப் போலவே, பொட்டாசியம், கால்சியம் ஆகிய உலோகங்களும் குளிர்ந்த நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை தரக்கூடியவை.

**ஆய்வு 5-2. உலோகங்களுடன் நீராவி வினைபுரிதல்**

படத்தில் காட்டியபடி சாதனங்களை அமைத்து நீரைக் கொதிக்க வைத்து நீராவி தொடர்ச்சியாக




படம் 5-2.
மெக்னீசியத்துடன் நீராவி வினைபுரிதல்

1. திசில் புனல் 2. சுடர்
3. மெக்னீசியம் 4. நீர்

வருமாறு செய்யுங்கள். கடின ஆய்வுக்குழாயில் மெக்னீசியத்துண்டை வையுங்கள். ஆய்வுக்குழாயின் நுனியில் வெளிவரும் வாயுவினை எரியச் செய்யுங்கள்.

இந்த ஆய்வில், வெளிவரும் வாயு நீலநிறச் சுவாலையுடன் எரிகிறது. அதைக் குளிரச் செய்தால் நீர்த்துளிகள் உண்டாகின்றன. அவ்வாயு ஹைட்ரஜன் என அறியலாம்.

மெக்னீசியம் + நீராவி ⟶ மெக்னீசிய ஆக்சைடு + ஹைட்ரஜன் ↑

மெக்னீசியம் போன்றே, நீராவியுடன் துத்தநாகம், இரும்பு ஆகிய உலோகங்களும் வினை புரிந்து அவற்றின் ஆக்சைடுகளையும், ஹைட்ரஜன் வாயுவையும் தருகின்றன.

மேற்கூறிய ஆய்வில் மெக்னீசிய நாடாவிற்குப் பதில் சிறுசிறு இரும்பு ஆணிகளை இட்டும் ஆய்வினைச் செய்யலாம்.

ஆனால் வெள்ளி, தங்கம், பாதரசம், தாமிரம், காரீயம், வெள்ளீயம் போன்ற உலோகங்கள் குளிர்ந்த நீருடனும் வினைபுரிவதில்லை; நீராவியுடனும் வினைபுரிவதில்லை.

### நீரின் வேதிவினை

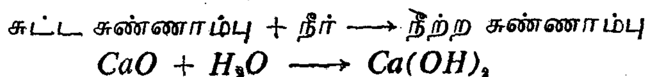
சில சேர்மங்களுடன் நீரைச் சேர்த்தால் அவை நீரில் கரைவதில்லை. வேதிவினை நிகழ்ந்து, புதிய பொருள்கள் தோன்றுகின்றன. சில வினைகள் நிகழும்போது, அதிக அளவு வெப்பம் வெளிவிடப் படுகிறது.

### ஆய்வு 5-3

ஒரு கண்ணாடி முகவையில் புதிதாகத் தயாரிக் கப்பட்ட சுட்ட கிளிஞ்சல் சுண்ணாம்பினைப் பாதி

யளவு இடுங்கள். அதன்மீது நீரை, நீண்ட கண்ணாடிக்குழாய் கொண்டு சொட்டு சொட்டாகச் சேருங்கள். என்ன மாற்றம் காண்கிறீர்கள்?

நீரினைச் சேர்க்கும்போது ஏராளமான வெப்பம் ஏற்படுகிறது. சற்று நீரை அதிகமாக சேர்ப்பின் நீர் கொதிக்க ஆரம்பிப்பதையும் காணலாம். சுட்ட சுண்ணாம்புக் கிளிஞ்சல் சிதைந்து தூளாக மாறிவிடுகிறது.



சுட்ட சுண்ணாம்பு + நீர் ⟶ நீற்ற சுண்ணாம்பு

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

**நீரின் பரும இயைபு**

நீரானது ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகிய இரு வாயுக்கள் வேதிக் கூடுகை அடைவதால் பெறப் படுவது என அறிவோம். இந்த இரு வாயுக்களும் எந்தப் பரும அளவில் இணைகின்றன என்பதை ஆராய்வோம்.

நீரின் பரும இயைபை அறிய, நாம் ஆய்வகத்தில் ஹாஃப்மென் மின்முறிகலத்தைப் (Hoffman's voltameter) பயன்படுத்துகிறோம். இதன் அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம்.

**ஹாஃப்மென் மின்முறிகலம்**

இது ஓர் அகன்ற வாயுடைய திசில் புனலைக் கொண்டது. திசில் புனலின் இருபுறமும் இரண்டு பக்கக் குழாய்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த இரு பக்கக் குழாய்களும் தலைகீழாக அமைந்த பியூரெட்டைப் போன்றுள்ளன. அந்த இரு புயங்களிலும் அளவுக்குறிகள் மேலிருந்து கீழாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இரு பக்கக் குழாய்களின் கீழ்ப் புறம் இரு ரப்பர் அடைப்பான்கள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இந்த இரு ரப்பர் அடைப்பான்கள் மூலமும் இரு பிளாட்டினக் கம்பிகள் செருகப்பட்

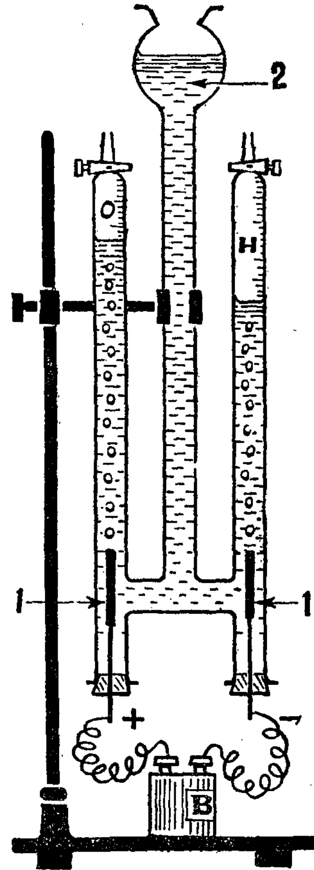
டுள்ளன. இந்த அமைப்பு முழுவதும் ஓர் இரும்புத் தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

**ஆய்வு 5-4. நீரின் பருமனறி இயைபு காணல்**

ஹாஃப்மென் மின்முறி கலத்தை தாங்கியில் செங்குத்தாகப் பொருத்தவும். இரு பக்கக்குழாய்களின் கீழ்ப்புறமும் ரப்பர் அடைப்பான்களை இறுகப் பொருத்தவும். அவற்றின் மேற்புறம் அமைந்துள்ள அடைப்பான்களைத் திறந்து வைக்கவும். மத்தியில் அமைந்துள்ள திசில் புனலின் வழியாக சிறிது கந்தக அமிலம் கலந்த நீரினை ஊற்றுங்கள். இரு புயங்களிலும் நீர் நிரம்பி கூர் நுனிகள் மூலம் வழிய ஆரம்பித்தவுடன், இரண்டு அடைப்பான்களையும் மூடி விடுங்கள்.

ஒரு 6-வோல்ட் மின் கலத்தை அல்லது சேமக் கலத்தை எடுத்துக்கொண்டு இரு பிளாட்டின மின் இணைப்புக் கம்பிகள் கொண்டு மின் இணைப்பைப் பூர்த்தி செய்யுங்கள்.

மின்னோட்டம் சீராகப் பாயும் போது, மின்




படம் 5-3.
ஹாஃப்மென் மின்முறிகலம்
O-ஆக்ஸிஜன் H-ஹைட்ரஜன்
B-பேட்டரி
1. பிளாட்டின மின் தண்டுகள்
2. அமிலம் கலநத நீர்

முறிகலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களை நன்கு கவனி யுங்கள்.

மின்னோட்டம் சுமார் 10 அல்லது 15 நிமிடங்கள் பாயும்படி செய்யுங்கள்.

மேற்காணும் - ஆய்வில் நாம் காண்பதென்ன?

மின்னோட்டம் பாய ஆரம்பித்தவுடன் இரு பிளாட்டினக் கம்பிகளிலிருந்து வாயுக் குமிழிகள் வெளிப்பட்டு, புயங்களின் மேற்புறத்தில் சேர ஆரம்பிக்கின்றன. எதிர் (—) முனையுடன் இணைக்கப் பட்ட புயத்தில் வாயுக் குமிழிகள் மற்ற புயத்தை விட வேகமாக வருவதைக் காணலாம். மேலும் இரு புயங்களிலும் சேரும் வாயுக்களின் பருமன்களை ஒப்பிட்டால், எதிர்முனையில் சேருகின்ற வாயுவின் பருமனளவு, நேர்முனையில் சேருகின்ற வாயுவின் பருமனைப் போல் இரண்டு மடங்கு இருப்பதைக் காணலாம்.

ஆய்வுக் குழாயை எடுத்து நேர்மின்முனை புயத்தின் கூர்நுனிமீது கவிழ்த்து அடைப்பானைத் திறந்து, அவ்வாயுவினைச் சேகரித்து அதனுள் தணற் குச்சியை எடுத்துச் சென்றால், அது சுடருடன் எரிய ஆரம்பிக்கும். எனவே அவ்வாயு ஆக்சிஜன் ஆகும்.

மற்றொரு ஆய்வுக்குழாயை எடுத்து எதிர் மின்முனை புயத்தின் கூர்நுனிமீது கவிழ்த்து, அந்த அடைப்பானைத் திறந்து அங்குள்ள வாயுவினைச் சேகரியுங்கள். ஆய்வுக்குழாயினை கவிழ்த்துப் பிடித்துக்கொண்டு அதனுள் எரியும் குச்சியை எடுத்துச் செல்லுங்கள். அவ்வாயு 'பாப்' என்ற ஒலியுடன் எரியும். எனவே அவ்வாயு ஹைட்ரஜன் ஆகும்.

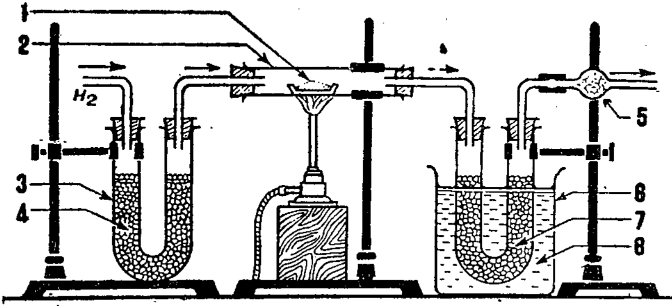
இந்த ஆய்விலிருந்து நீரில், ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் பருமனளவில் 2:1 என்ற விகிதத்தில் கூடி உள்ளன என அறியலாம்.

## நீரின் எடை இயைபு

ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் 1:8 என்ற எடை விகிதத்தில் கலந்து நீர் உண்டாகிறது. இதை முதன் முதலில் கண்டறிந்தவர் கேவன்டிஷ் என்ற அறிவியல் அறிஞர் ஆவார். இதை இவர் 1784ஆம் ஆண்டி லேயே நிரூபித்தார். பின்னர் 1842ஆம் ஆண்டில் டூமாஸ் என்ற அறிஞரும் இதை உறுதிப்படுத்தினார்.

## ஆய்வு 5-5. நீரின் எடை இயைபு

நீரின் எடை இயைபைக் காண கீழ்க்காணும் ஆய்வினைச் செய்யலாம்.




படம் 5-4.

நீரின் எடை இயைபு

1. பீங்கான் படகில் தாமிர ஆக்சைடு
2. கடின கண்ணாடிக் குழாய் 3. 'U' வடிவக் குழாய் A
4. நீரற்ற கால்சியம் குளோரைடு
5. கால்சியம் குளோரைடு குமிழ் 6. நீர்த் தொட்டி
7. நீரற்ற கால்சியம் குளோரைடு உள்ள 'U' வடிவக்குழாய் B
8. தண்ணீர்

*A*, *B* என்ற இரண்டு *U*-வடிவக் குழாய்களிலும் நீரற்ற கால்சியம் குளோரைடு நிரப்பப்பட்டுள்ளது. *B* என்ற *U* வடிவக் குழாய் மிகக் குளிர்ந்த நீரினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. *D* என்ற கடின கண்ணாடிக் குழாயினுள் ஒரு பீங்கான் படகில் தாமிர ஆக்சைடு வைக்கப்பட்டுள்ளது.

முதலில் *B* என்ற *U*-வடிவக் குழாயின் எடையை துல்லியமாக அறிந்துகொள்ளவேண்டும். (*X* கிராம்). பீங்கான் படகின் எடையை காணுங்கள் (*a* கிராம்). அப்படகில் சிறிது தாமிர ஆக்சைடை பரப்பி, மறுபடி எடை காணுங்கள் (*b* கிராம்).

கடின கண்ணாடிக் குழாயின் இருபுறமும் *A*, *B* என்ற இரண்டு *U*-வடிவக் குழாய்களையும் இணையுங்கள். *A* என்ற முதல் *U*-வடிவக் குழாய் வழியாக தூய ஹைட்ரஜன் வாயுவைச் செலுத்துங்கள். அது *A* குழாய் மூலம் செல்லும்போது நன்கு உலர்த்தப்படுகிறது. இது தாமிர ஆக்சைடு மீது செல்லுகிறது.

கடின கண்ணாடிக் குழாயை நன்கு வெப்பப் படுத்துங்கள்.

ஹைட்ரஜன், இப்போது தாமிர ஆக்சைடுடன் வேதிவினைபுரிந்து அதை தாமிரமாகக் குறைக்கிறது. ஹைட்ரஜன் நீராவியாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. இந்த நீராவி *B* குழாயை அடையும் போது குளிர்ந்து நீராகிறது. இந்த நீரினை, கால்சியம் குளோரைடு உறிஞ்சி விடுகிறது.

ஹைட்ரஜன் + தாமிர ஆக்சைடு ⟶ தண்ணீர் + தாமிரம்

ஆய்வு முடிந்தவுடன், பீங்கான் படகை வெளியே எடுத்து குளிரச் செய்யுங்கள். இப்போது அதன்

எடையை மூன்றாம் முறையாகக் கண்டுபிடியுங்கள் ($c$ கிராம்).

$B$ என்ற $U$-வடிவக் குழாயை தனித்து பிரித்து எடுத்து அதன் எடையைக் காணுங்கள் ($Y$ கிராம்).

கணக்கிடுதல்மூலம் நீரின் எடை இயைபைக் காணமுடியும்.

**கணக்கிடுதல்**

| | |
|---|---|
| காலி பீங்கான் படகின் எடை | $a$ கிராம் |
| படகு + தாமிர ஆக்ஸைடு எடை | $b$ கிராம் |
| படகு + தாமிரம் எடை | $c$ கிராம் |
| ஆய்வுக்கு முன் $B$ என்ற $U$- வடிவக்குழாயின் எடை | $X$ கிராம் |
| ஆய்வு முடிந்தபின் $B$ என்ற $U$ வடிவக்குழாயின் எடை | $Y$ கிராம் |
| ∴ ஆய்வில் உண்டான நீரின் எடை | $(Y-X)$ கிராம் |
| தாமிர ஆக்ஸைடின் எடை | $(b-a)$ கிராம் |
| தாமிரத்தின் எடை | $(c-a)$ கிராம் |
| ∴ ஆய்வில் வினைபுரிந்த ஆக்சிஜனின் எடை | $(b-a)-(c-a) = (b-c)$ கிராம் |

$(Y-X)$ கிராம் நீரில் உள்ள ஆக்சிஜனின் எடை $(b-c)$ கிராம்

∴ $(Y-X)$ கிராம் நீரில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் எடை $(Y-X)-(b-c) = Z$ கிராம்

∴ நீரில் உள்ள ஹைட்ரஜன் : ஆக்சிஜன் (எடையில்) $Z : (b-c)$

ஆய்வில் இதன் மதிப்பு 1:8 என்று கண்டறியப் படுகிறது. எனவே நீரில் ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் 1 : 8 என்ற எடை விகிதத்தில் கூடியுள்ளன என்று அறிகிறோம். இதுவே நீரின் எடை இயைபு ஆகும்.

**படிக நீர்**

**ஆய்வு 5-6**

தாமிரசல்பேட், படிகாரம் (Alum), ஹைப்போ படிகங்கள், இவற்றை தனித்தனியாக ஆய்வுக் குழாய் களில் இட்டு வெப்பப்படுத்துங்கள், என்ன மாற்றம் காண்கிறீர்கள்?

தாமிரசல்பேட், படிகாரம் இவற்றை வெப்பப் படுத்திய ஆய்வுக்குழாயின் குளிர்ந்த பாகங்களில் நீர்த்துளிகளைக் காணலாம்.

ஹைப்போ படிகங்களை வெப்பப்படுத்தினால் குழாயில் வெளிவரும் படிக நீரிலேயே அப்படிகங்கள் கரைந்து கரைசலாகிவிடும்.

இவ்வாறு படிகங்களில் உள்ள நீரினை ''படிக நீர்'' (Water of crystallization) என்கிறோம்.

சலவை சோடா என்ற சோடியம் கார்பனேட் படிகங்களில் எடையளவில் ஏறத்தாழ 2/3 பங்கு படிகநீர் உள்ளது. எல்லா படிகங்களிலும் படிக நீர் இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை.

(**எடுத்துக்காட்டுகள்:** சோடியம் குளோரைடு, பொட் டாசியம் நைட்ரேட், பொட்டாசியம் குளோரேட், அம்மோனியம் சல்பேட்).

மேலும், சில படிகங்களைக் காற்றில் திறந்து வைத்தால், அவை படிகநீரை சிறிதளவு இழந்து விடுவதுடன், தங்கள் படிக உருவத்தையும் இழந்து தூளாகிவிடுகின்றன. **இவற்றைத் தூள்பூக்கும் உப்புகள் (Efflorescent salts) என்கிறோம். எடுத்துக்காட்டு: சோடியம் கார்பனேட்.**

## வினாக்கள்

1. இயற்கையில் திண்மம், நீர்மம், வாயு என்ற மூன்று நிலைகளிலும் காணக்கூடிய சேர்மம் யாது?

2. நீரினை ஏன் 'அனைத்துக் கரைப்பான்' என்கிறோம்?

3. நீரில் கரையாத திண்மப் பொருள்கள் மூன்றினைக் கூறு.

4. இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரின் நான்கு வகைகள் யாவை?

5. நீரின் இயற்பண்புகள் யாவை?

6. 4°செ.ல் நீரின் அடர்த்தி என்ன?

7. சோடியம் குளோரைடு உப்பை நீரில் கரைத்தவுடன் கரைசலில் காணப்படும் இரு முக்கிய பொருள்கள் யாவை?

8. நீர், ஒரு சேர்மம் என்று முதன்முதலில் நிரூபித்தவர் யார்?

9. குளிர்ந்த நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனைத் தரக்கூடிய மூன்று தனிமங்களைக் கூறுக.

10. சோடியம், குளிர்ந்த நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் வாயுவைத் தருவதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

11. ஹைட்ரஜனைக் கண்டறியும் ஆய்வு யாது?

12. மெக்னீசியத்துடன் நீராவி வினைபுரிந்து தரக்கூடிய வாயு யாது?

13. சுட்ட கிளிஞ்சல் சுண்ணாம்பின் மீது நீரின் வினை யாது?

14. படிக நீர் என்றால் என்ன?

15. படிக நீர் உள்ள மூன்று சேர்மங்களைக் கூறுக.

16. படிக நீர் இல்லாத மூன்று படிகங்களைக் கூறுக.

17. 'தூள்பூத்தல்' என்றால் என்ன? எடுத்துக் காட்டு தருக.

18. நீரின் பரும இயைபு யாது?

19. ஹாஃப்மென் மின் முறிகலத்தின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறிக்க.

20. நீரின் பரும இயைபைக் காணும் ஆய்வினை விவரிக்க.

21. நீரின் எடை இயைபு யாது?

22. நீரின் எடை இயைபைக் காணும் ஆய்வினில் குறிக்கப்பட்ட எடைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இவற்றிலிருந்து நீரின் எடை இயைபை கணக்கிடுக.

| | |
|---|---|
| காலி பீங்கான் படகின் எடை | 8.30 கிராம் |
| படகு + தாமிர ஆக்சைடு எடை | 13.10 கிராம் |
| படகு + தாமிரம் எடை | 12.14 கிராம் |
| ஆய்வுத் தொடக்கத்தில் *B* என்ற *U*-குழாய் எடை | 69.72 கிராம் |
| ஆய்வு முடிவில் *B* என்ற *U*-குழாய் எடை | 70.80 கிராம் |

## செய்துபார்

ஆய்வகத்தில் மிக எளிய முறையில் மின்முறி கலத்தை தயாரிக்கலாம். ஒரு பிளாஸ்டிக் கிண்ணத்தின் அடிப்புறம் இரு சிறு துளைகள் செய்து இரு பிளாட்டினக் கம்பிகளைப் பொருத்து. துளைகளை நன்கு மெழுகு கொண்டு மூடிவிடு. வெளிப்புறம் பிளாட்டினக் கம்பிகளுடன் தாமிர மின் இணைப்பு கம்பிகளை இணைத்து பாட்டரியுடன் ஒரு சுவிட்சு மூலம் இணைக்கலாம். பிளாஸ்டிக் கிண்ணத்தில் சிறிது கந்தக அமிலம் கலந்த நீரினைச் சேர்த்து பின் இரண்டு நீர் நிரம்பிய ஆய்வுக்குழாய்களை இரு பிளாட்டினத் துண்டுகளின்மீதும் கவிழ்த்து வையுங்கள்.

மின்சுற்றைப் பூர்த்தி செய்தால் இரு ஆய்வுக் குழாய்களிலும் ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் சேருவதைக் காணலாம். தகுந்த ஆய்வுகள் மூலம் அவற்றை ஹைட்ரஜன் வாயு, ஆக்சிஜன் வாயு என்றும் நிரூபிக்கமுடியும். சிறிய கொட்டாங்குச்சி கொண்டு கூட இதைச் செய்யலாம்.

## சிந்தித்துப்பார்

1. ஹாஃப்மென் மின்முறிகலத்தில் நாம் பிளாட்டினத் துண்டுகளைத்தான் வைக்கவேண்டும். ஏன்? (வேறு உலோகக் கம்பிகளைப் பயன்படுத்தினால், அவை மின்சாரம் பாயும்போது வெளிப்படும் பிறவிநிலை ஆக்சிஜனால் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்துவிடும்.)

2. நீரினை மின்பகுப்பிற்கு உள்ளாக்கும் போது அமிலங்கலந்த நீரினையே பயன்படுத்துகிறோம். ஏன்? (தூய நீர் வழியே மின்சாரம் பாய்வதில்லை. ஆனால் அமிலத்திலுள்ள அயனிகள் மின் கடத்துதலில் பயன்படுகின்றன.)

# 6. நீரின் கடினத்தன்மை

நாம் வெளியூர்களுக்கு சென்று அங்குள்ள நீரில் குளிக்கும்போது சிலசமயங்களில் சோப்பிலிருந்து நுரை நன்கு வருவதில்லை; சோப்பு திரிதிரியாகக் கரைந்து செல்வதைக் காண்கிறோம். சில ஊர்களிலுள்ள தண்ணீர் சோப்புடன் தாராளமாக நுரையைத் தரு கிறது; நாமும் மனநிறைவோடு குளிக்கமுடிகிறது. நுரைதரும் நீரில் துணிகளையும் நன்கு துல்லியமாக வெளுக்கமுடிகிறது. சோப்பு நன்கு நுரையைக் கொடுத் தால்தான், இந்த நுரை துணியிழை இடுக்குகளிடையே சென்று அழுக்குகளை நீக்கமுடியும்.

## நீரின் இரு வகைகள்

எந்தவகை நீர், சோப்புடன் எளிதில் நுரை தருகிறதோ அதை **மென்னீர்** (Soft water) என்கிறோம். எந்தவகை நீர் சோப்புடன் எளிதில் நல்ல நுரையை தருவதில்லையோ அதை **கடின நீர்** (Hard water) என்கிறோம்.

நீருக்கு கடினத் தன்மை ஏன் ஏற்படுகிறது? நீரில் கரைந்து காணப்படும் கால்சியம், மெக்னீசியம் உப்புகளே நீருக்கு கடினத் தன்மையைத் தருகின்றன.

கடின நீரை நாம் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) தற்காலிகக் கடினநீர் (Temporary hard water)

(2) நிலைப்புக் கடினநீர் (Permanent hard water)

## தற்காலிகக் கடினநீர்

நீருக்கு தற்காலிக கடினத்தன்மை தருவது அதில் கரைந்திருக்கக்கூடிய இரு உப்புகள் ஆகும்.

அவை (1) கால்சியம் பை கார்பனேட் (2) மெக்னீசியம் பை கார்பனேட்

தற்காலிகக் கடின நீரின் பண்புகளை அறிய கீழ்காணும் ஆய்வுகளைச் செய்யலாம்.

**ஆய்வு 6-1**

ஒரு முகவையில் பாதியளவு தூய நீரினை (Distilled water) எடுத்துக் கொண்டு அதில் கால்சியம் பை கார்பனேட் தூளையிட்டு நன்கு கரையுங்கள்.

மற்றொரு முகவையில் தூய நீரினையிட்டு சோப்பை நன்கு கரையுங்கள்.

இரு கரைசல்களை நன்கு வடிகட்டித் தனித் தனியாக எடுத்துக் கொள்ளுங்கள்.

(1) ஓர் ஆய்வுக்குழாயில் 5 மிலி. கால்சியம் பை கார்பனேட் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு சில துளி சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்து நன்கு குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(2) மற்றொரு ஆய்வுக்குழாயில் 10 மிலி. கால்சியம் பைகார்பனேட் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு அதை நன்கு கொதிக்க வையுங்கள். ஒரு வெண்மையான வீழ்படிவு ஏற்படும். அதை வடிகட்டி பிரித்து நீக்கி விடுங்கள். தெளிந்த கரைசலை (வடி நீர்மத்தை) ஆய்வுக்குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு சில துளி சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்து நன்கு குலுக்குங்கள். இப்போது நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(3) ஓர் ஆய்வுக்குழாயில் 10 மிலி. கால்சியம் பை கார்பனேட் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, வீழ்படிவு தோன்றும்வரை தெளிந்த புதிதாக தயாரிக்கப்

பட்ட சுண்ணாம்பு நீரினைத் துளித்துளியாகச் சேருங்கள். ஏற்படும் வீழ்ப்படிவை வடிகட்டி பிரித்து விடுங்கள். வடிநீர்மத்தை தனியாக ஆய்வுக்குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு, சிறிதளவு சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்துக் குலுக்குங்கள். இப்போது நல்ல நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து நாம் தெரிந்துகொள்வதென்ன?

தற்காலிக கடின நீர், சோப்புடன் எளிதில் நுரை தருவதில்லை.

நன்கு காய்ச்சி வடிகட்டிய பிறகு, அது நன்கு நுரையைத் தருகிறது. எனவே கால்சியம் பை கார்பனேட் கரைசலைக் கொதிக்க வைத்தால், அதன் கடின குணம் மறைந்து விடுகிறது. மூன்றாவது ஆய்வில் தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரினைச் சேர்த்தும் கடினத் தன்மையை நீக்க முடிந்தது. அந்த நீரும் மென்னீராக மாற்றப்பட்டு விட்டது.

## தற்காலிகக் கடினத் தன்மையை நீக்கும் முறைகள்

### (1) கொதிக்கவைத்தல்

தற்காலிகக் கடின நீரைக் கொதிக்க வைத்தால், கடினத் தன்மையைத் தரும் பைகார்பனேட் உப்புகள், கார்பனேட் உப்புகளாக மாறி, வீழ்படிவாக பிரிந்துவிடுகின்றன. நீரும் அதன் கடினத் தன்மையை இழந்து மென்னீராக மாறிவிடுகிறது.

$$\text{கால்சியம் பைகார்பனேட்} \xrightarrow{\Delta} \text{கால்சியம் கார்பனேட்} \downarrow + \text{கார்பன்டை ஆக்சைடு} \uparrow + \text{நீர் (மென்னீர்)}$$

மெக்னீசியம் பைகார்பனேட் $\xrightarrow{\Delta}$ மெக்னீசியம் கார்பனேட் ↓ + கார்பன் டைஆக்சைடு ↑ + நீர் (மென்னீர்)

## (2) கிளார்க் முறை (Clark's Process)

தற்காலிகக் கடின நீருடன் தகுந்த அளவு சுண்ணாம்பு நீரினைச் சேர்த்தால், பைகார்பனேட் உப்புகள், கார்பனேட் உப்புகளாகி வீழ்படிவாகும். இவற்றை வடிகட்டி அகற்றிய பின்னர் வடிநீர்மத்தை மென்னீராகப் பயன்படுத்தலாம்.

கால்சியம் பை கார்பனேட் + கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு → கால்சியம் கார்பனேட் ↓ + நீர் (மென்னீர்)

மெக்னீசியம் பை கார்பனேட் + கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு → மெக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு ↓ + கால்சியம் கார்பனேட் ↓ + நீர் (மென்னீர்)

## நிலைப்புக் கடின நீர்

நீருக்கு நிலைப்புக் கடினத்தன்மை அதில் கரைந்திருக்கக்கூடிய நான்கு உப்புகளால் ஏற்படும். அவையாவன:

(1) கால்சியம் சல்பேட்

(2) மெக்னீசியம் சல்பேட்

(3) கால்சியம் குளோரைடு

(4) மெக்னீசியம் குளோரைடு

நிலைப்புக் கடின குணத்தை ஆராய கீழ்காணும் ஆய்வினைச் செய்யலாம்.

## ஆய்வு 6-2

ஒரு 100 மிலி. முகவையில், பாதியளவு மிகமிக நீர்த்த கால்சியம் குளோரைடு கரைசலைத் தயாரித்துக்கொள்.

இரண்டாவது முகவையில் ஏறத்தாழ 50 மிலி. மிக நீர்த்த மெக்னீசியம் சல்பேட் கரைசலை எடுத்துக்கொள்.

(1) ஆய்வுக்குழாயில் சிறிது கால்சியம் குளோரைடுகரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, சில துளி சோப்புக் கரைசலை சேர்த்து நன்கு குலுக்குங்கள். நுரை தருகிறதா என்று பாருங்கள்.

(2) ஆய்வுக்குழாயில் சிறிது மெக்னீசியம் சல்பேட் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, சில துளி சோப்புக்கரைசலை சேர்த்து, நன்கு குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(3) ஆய்வுக்குழாயில் கால்சியம் குளோரைடு கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, நன்கு கொதிக்க வையுங்கள். பின் அதனுடன் சோப்புக் கரைசலை சேர்துக் குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(4) ஆய்வுக்குழாயில் மெக்னீசியம் சல்பேட் கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு நன்கு கொதிக்க வையுங்கள். பின் அதனுடன் சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்துக் குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(5) ஆய்வுக்குழாயில் கால்சியம் குளோரைடு கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு சிறிதளவு சுண்ணாம்பு நீர் சேர்த்து பின் சோப்புக் கரைசலைக் சேர்த்து குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(6) ஆய்வுக்குழாயில் மெக்னீசியம் சல்பேட் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு அதனுடன் சுண்ணாம்பு கரைசலைச் சேர்த்துப் பின் சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்து குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

(7) ஆய்வுக் குழாயில் கால்சியம் குளோரைடு கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, அதனுடன் சலவைசோடா சேருங்கள். ஏற்படும் வீழ்படிவை நீக்குங்கள். பின் வடிநீர்மத்துடன் சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்துக் குலுக்குங்கள். நுரை வருகிறதா என்று பாருங்கள்.

(8) ஆய்வுக்குழாயில் மெக்னீசியம் சல்பேட் கரைசலை எடுத்துக்கொண்டு, அதனுடன் சலவை சோடா சேருங்கள். ஏற்படும் வீழ்படிவை வடிகட்டி பிரித்து விடுங்கள். வடிநீர்மத்துடன் சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்துக் குலுக்குங்கள். நுரை ஏற்படுகிறதா என்று பாருங்கள்.

ஆய்வுகளை ஆராய்ந்து பார்த்தால் கீழ் காணும் முடிவுகள் தெளிவாகின்றன.

1 முதல் 6 வரை செய்த ஆய்வுகளில் நுரை ஏற்படவில்லை. எனவே கடினத்தன்மை நீக்கப் படவில்லை.

7, 8 ஆய்வுகளில் வடிநீர்மம் நன்கு நுரையைத் தந்தது. அது மென்னீராக மாற்றப்பட்டுள்ளது.

**நிலைப்புக் கடினத் தன்மையை நீக்குதல்**

நிலைப்புக் கடினத் தன்மையை நீக்க நாம் கடின நீருடன் தகுந்த அளவு சலவைசோடாவைச் சேர்க்க வேண்டும். (சலவை சோடா என்பது சோடியம் கார்பனேட் ஆகும்.)

அப்போது கால்சியம், மெக்னீசிய உப்புகள் அவற்றின் கார்பனேட் உப்புகளாக மாறி வீழ் படிவாகின்றன. இவற்றை வடிகட்டி பிரித்து விட்டால், கிடைக்கும் வடிநீர்மம் மென்னீராகிவிடும்.

இப்போது ஏற்படக்கூடிய நான்கு வேதிவினைகளை கீழ்காணும் சமன்பாடுகள் மூலம் குறிக்கலாம்:

(1) கால்சியம் சல்பேட் + சோடியம் கார்பனேட் → கால்சியம் கார்பனேட் + சோடியம் சல்பேட்

(2) மெக்னீசியம் சல்பேட் + சோடியம் கார்பனேட் → மெக்னீசியம் கார்பனேட் + சோடியம் சல்பேட்

(3) கால்சியம் குளோரைடு + சோடியம் கார்பனேட் → கால்சியம் கார்பனேட் + சோடியம் குளோரைடு

(4) மெக்னீசியம் குளோரைடு + சோடியம் கார்பனேட் → மெக்னீசியம் கார்பனேட் + சோடியம் குளோரைடு

**பர்ம்யுடிட் முறை**

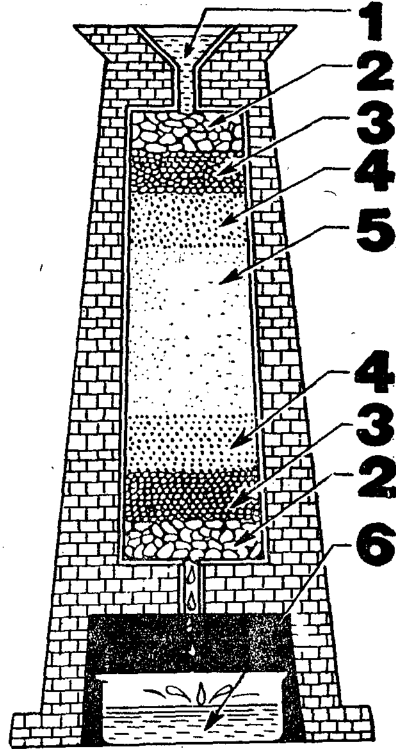
நீரின் கடினத் தன்மை தற்காலிகமானதாக இருப்பினும், நிலைப்புத் தன்மை பெற்றிருப்பினும் அவற்றை நீக்க, இப்போது பர்ம்யுடிட் முறையினைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

பர்ம்யுடிட் என்பது சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட் ஆகும். இது பச்சைவண்ண மணல் போன்று காணப்படும். இதை சீனா களிமண்ணையும் சோடியம் பைகார்பனேட்டையும் சேர்த்து உருக்கித் தயாரிக்கலாம்.

**கடினத் தன்மையை நீக்குதல்**

கடினநீரை பர்ம்யுடிட் கோபுரத்தின் மேற்புறத்தில் ஊற்றினால் அது வடிக்கப்பட்டு கீழ்ப்புறம் வெளி வரும்போது மென்னீராக மாறிவிடும். கால்சியம், மெக்னீசியம் உப்புகள் கால்சியம் பர்ம்யுடிட்டாகவும், மெக்னீசியம் பர்ம்யுடிட்டாகவும் படிந்து விடுகின்றன நீரும் மென்னீராக மாறிவிடுகிறது. இந்த நீரில் சோடியம் உப்புகளே உள்ளன. படத்தில் ஒரு பர்ம்யுடிட் கோபுரம் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. அதில்

பர்ம்யுடிட்டும், கல், கற்கள், மணல் இவைகளும் மாறி மாறி அடுக்கப்பட்டுள்ளன. மேலிருந்து கடின நீர் ஊற்றப்படுகிறது. அது கீழே உள்ள கலத்தில் சேரும் போது மென்னீ ராகிவிடுகிறது.




படம் 6-1.
பர்ம்யுடிட் கோபுரம்

1. கடின நீர்
2. பெரிய கற்கள்
3. சிறு கற்கள்
4. மணல்
5. பர்ம்யுடிட்
6. மென்னீர்

பர்ம்யுடிட் கோபுரத்தின் மூலம் அடிக்கடி சாதாரண உப்பின் பூரித் கரைசலை ஊற்றி அதை புதுப்பிக்கலாம். மீண்டும் கடினத் தன்மையை நீக்கப் பயன் படுத்தலாம்.

## கடின நீரின் நன்மைகளும் தீமைகளும்

### நன்மைகள்

(1) கடின நீரில் கரைந்துள்ள கால்சிய உப்புகள் நமது பல், எலும்புகள் வளர்ச்சிக்கும் உறுதிக்கும் பயன் படுகின்றன.

(2) கடினநீர், காரீயக் குழாய்கள் வழியாக பாய்ந்து சென்றால் எந்தவித நச்சுப் பொருளும் ஏற்படுவதில்லை.

**தீமைகள்**

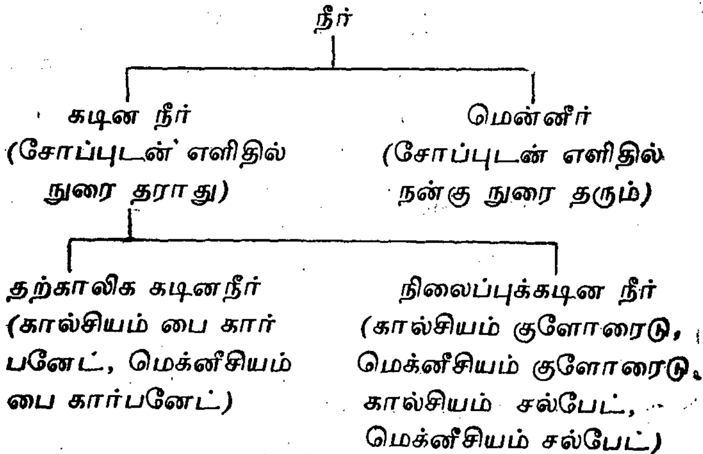
(1) சோப்புடன் எளிதில் நன்கு நுரையைத் தராததால், சலவைத் தொழிலுக்குக் கடினநீர் ஏற்றதல்ல.

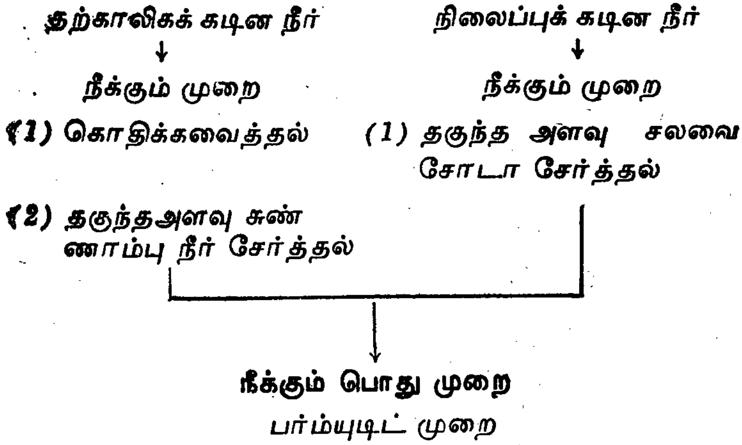
(2) சாயத் தொழிலுக்கும் கடின நீர் ஏற்றதல்ல.

(3) கடின நீரை, முக்கியமாக தற்காலிகக் கடின நீரை கொதி கலன்களில் பயன்படுத்தினால், அவற்றின் உட்புறச் சுவர்களில் கார்பனேட் உப்புப்படிவு ஏற்படுகின்றது. இந்த கார்பனேட் படிவு எளிதில் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள். இக்காரணம் பற்றி எரிபொருளை அதிகம் செலவழிக்க நேரிடும். மேலும் இப்படிவு நாளடைவில், உலோகத்தை அரித்து விடக் கூடியது.

இக்கடின நீரை சிறு குழாய்கள் மூலம் செலுத்த நேரிட்டால், அங்கும் இப்படிவுப் பொருள் படிந்து, துளை அடைக்கப்பட்டுவிடும். கொதிகலன்கள் வெடித்துவிட ஏதுவாகும்.

**பாடச் சுருக்கம்**






## வினாக்கள்

1. கடின நீர் என்பது யாது?
2. கடின நீரின் இரு வகைகள் யாவை?
3. நீருக்கு தற்காலிகக் கடினத் தன்மை ஏன் ஏற்படுகிறது?
4. தற்காலிகக் கடினத் தன்மையை எவ்வாறு நீக்கலாம்?
5. நீருக்கு நிலைப்புக் கடினத் தன்மை ஏன் ஏற்படுகிறது?
6. நிலைப்புக் கடினத் தன்மையை நீக்கும் முறை யாது?
7. பர்ம்யுடிட் முறையை விவரிக்க.
8. பர்ம்யுடிட் கோபுரம் வலுவிழந்தால் எவ்வாறு அதைப் புதுப்பிக்கலாம்?
9. கடின நீரின் நன்மைகள் யாவை?
10. கடின நீரின் தீமைகள் யாவை?

## 7. அணுவின் அமைப்பு

ஆறறிவு படைத்த மனிதன் எப்போதும் தன்னைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களின் இயல்புகளை அறியும் முயற்சியில் ஈடுபட்டு வந்தான். அவற்றின் பண்புகள், ஏற்பட்ட விதங்கள், செயல்படும் முறைகள் இவற்றை ஆராய்ந்து வந்தான். பொருள்களின் அமைப்புப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தவர்கள், கிரேக்க நாட்டு தத்துவ அறிஞர் **டெமாக்கிரிடஸ்,** இந்திய தத்துவ அறிஞர் **கானடா** போன்றவர்கள். இவர்கள்தான் முதன்முதலில் அணுக் கொள்கைகளை உருவாக்கி உலகுக்கு அறிவித்தனர். ஆனால் இக்கொள்கைகளுக்கு ஆய்வுச் சான்றுகள் தரப்படவில்லை.

### டால்ட்டன் அணுக் கொள்கை

1808ஆம் ஆண்டு, ஜான் **டால்ட்டன்** என்ற ஆங்கில நாட்டு பள்ளி ஆசிரியர், அணுவைப் பற்றி ஒரு புதிய கொள்கையை வெளியிட்டார். இக்கொள்கையை 'டால்ட்டன் அணுக் கொள்கை' என்று அழைக்கிறோம்.

### இக்கொள்கையின் அடிப்படைக் கருத்துகள்

(1) அனைத்துப் பொருள்களும், அணுக்கள் எனப்படும் மிகமிகச் சிறிய துகள்களால் ஆனவை.

(2) அணுக்களை ஆக்கவும் முடியாது; அழிக்கவும் முடியாது. அவற்றைப் பகுக்கவும் முடியாது.

(3) ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கள் யாவும், ஒரே மாதிரி வடிவம், அமைப்பு, எடை, பருமன் கொண்டவை.

(4) வேதிவினைகள் நிகழும்போது, சிறிய முழு எண்ணிக்கை உள்ள அணுக்களே அவ்வினையில் ஈடுபடுகின்றன.



படம் 7-1.
ஜான் டால்ட்டன்

அந்த நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்த வேதிக் கூடுகை விதிகளையும் (Laws of chemical combination) மற்றும் பல வேதியியல் உண்மைகளையும் இந்த டால்ட்டன் அணுக் கொள்கையால் தெளிவாக விளக்க முடிந்தது. எனினும், பிற்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இயற்பியல் கண்டுபிடிப்புகளை டால்ட்டன் அணுக் கொள்கை

நன்கு விளக்க முடியவில்லை. எனவே அதில் பல மாற்றங்கள் ஏற்பட ஏதுவாயிற்று. டால்ட்டன் அணுக் கொள்கைப்படி அணுக்களை பகுக்க முடியாது என்று கருதப்பட்டது. ஆனால் இந்த நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் அணுக்கள் பகுக்கப் பட்டு, ஒவ்வொரு அணுவிலும் (1) புரோட்டான் (2) எலெக்ட்ரான் (3) நியூட்ரான் என்ற மூன்று அணுத்துகள்கள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஆனால் இன்றும் வேதிவினைகளைப் பொருத்த மட்டில் டால்ட்டனின் அடிப்படைக் கொள்கைகள் உண்மையானவைகளே.

## பொருள்களின் மின்தன்மை

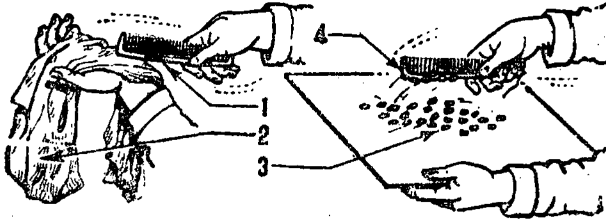
மனிதனின் கண்டுபிடிப்புகளிலேயே நமக்கு பெரிதும் பயன் தருவது மின்சாரம் ஆகும். மின்சாரம் என்பது எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டம் என்றும் அறிகிறோம். எனவே எல்லாப் பொருள்களிலும் இந்த எலெக்ட்ரான் இருக்கவேண்டும் அல்லவா? பொருள்களில் இந்த மின்தன்மை உள்ளதா என அறிய கீழ்காணும் ஆய்வினைச் செய்யலாம்.

## ஆய்வு 7-1. பொருள்களின் மின்தன்மை

புதிய, நன்கு உலர்ந்த பிளாஸ்டிக் சீப்பு ஒன்றினை, மிகச் சிறிய காகிதத் துண்டுகள் அருகே எடுத்துச் செல்லுங்கள். காகிதத் துண்டுகள் சீப்பில் ஒட்டிக்கொள்கின்றனவா என்று பாருங்கள்.

இப்போது அந்த பிளாஸ்டிக் சீப்பினை விரைவாக பலமுறை ஒரு டெரிலின் துணியில் தேய்த்து, உடனே காகிதத் துண்டுகளுக்கு அருகில் எடுத்துச் செல்லுங்கள். இப்போது காகிதத் துண்டுகள் சீப்பில் ஒட்டிக்கொள்கின்றனவா எனப் பாருங்கள்.

இந்த ஆய்விலிருந்து நாம் அறிந்துகொள்வது என்ன?




படம் 7-2.
பொருள்களின் மின் தன்மை
1. பிளாஸ்டிக் சீப்பு 2. டெரிலின் துணி 3. காகிதத் துண்டுகள்
4. காகிதத் துண்டுகள் தாவி ஒட்டிக்கொள்ளும் சீப்பு

உலர்ந்த சீப்பில் காகிதத் துண்டுகள் ஒட்டிக் கொள்வதில்லை. ஆனால், டெரிலின் துணியில் பல முறை விரைவாக நன்கு தேய்க்கப்பட்ட சீப்பில் காகிதத் துண்டுகள் தாவி விரைவில் ஒட்டிக்கொள்கின்றன. இதற்குக் காரணம் என்ன?

சீப்பினை டெரிலின் துணியுடன் நன்கு வேகமாக தேய்க்கும்போது, சீப்பு மின்சுமை பெறுகிறது. மின் சுமை பெற்ற சீப்பு, காகிதத் துண்டுகளை எளிதில் கவர்கிறது.

இந்த ஆய்வு ஓர் எளிய முறையில், பொருள்கள் மின் தன்மையுடையன, என்பதை விளக்கியது.

## எலெக்ட்ரான்

டால்ட்டன் கொள்கையின்படி அணுக்களை பகுக்கவே முடியாது என கருதினோம். ஆனால் இன்று அந்த அணுவினுள் ஏறத்தாழ 30 வகையான அணுத்துகள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இவற்றில் மிக முக்கியமானவை மூன்று துகள்கள் ஆகும். அவையாவன:

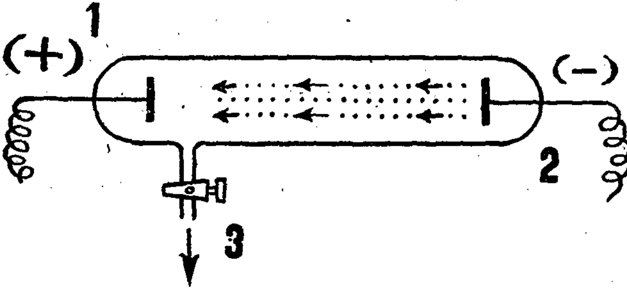
(1) எலெக்ட்ரான்

(2) புரோட்டான்

(3) நியூட்ரான்

இவை மூன்றும் அணுக்களை உருவாக்கும் அடிப்படை துகள்கள் ஆகும். இவையே அணு எண்ணை யும், அணு எடையையும் நிர்ணயிக்க உதவுகின்றன.

இவற்றின் பண்புகளைப் பற்றி இனி படிப்போம்..




படம் 7-3.
குரூக்ஸ் குழாய்
1. நேர் மின்வாய் 2. எதிர் மின்வாய்
3. வெற்றிட பம்ப்பிற்கு

படம் 7-3ல் ஒரு குரூக்ஸ் குழாய் (Crooke's tube) காட்டப்பட்டுள்ளது. இதைப் பயன்படுத்தி, எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுதல், எலெக்ட்ரான் பண்புகள் முதலியன ஆராயப்பட்டன.

இந்தக் குழாய் சுமார் 30 செ.மீ. நீளமும் 4 அல்லது 5 செ.மீ. விட்டமும் உள்ள ஒரு கண்ணாடிக்குழாய் ஆகும். உட்புறங்களில் இரு நுனிகளிலும் இரு பிளாட்டினத் தகடுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. குழாயினுள் ஹைட்ரஜன் போன்ற வாயுக்கள் ஏறத்தாழ 0.01 மில்லி மீட்டர் அழுத்தத்தில் நிரப்பப்பட்டுள்ளன.

இந்த இரு பிளாட்டின மின்வாய்களையும் ஏறத்தாழ 10,000 - 20,000 வோல்ட் மின்னழுத்தம் உள்ள மின் மூலத்துடன் இணைப்பின், எதிர் மின் வாயிலிருந்து நுண் துகள்கள் நேர்க்கோட்டில் சாரை சாரையாக நேர் மின்வாயை நோக்கிப் பாய்கின்றன. ஆய்வுகள் மூலம் இந்தத் துகள்கள் எதிர் மின்சுமை கொண்டவை என்றும் அறியப்பட்டன.

இந்த நுண் துகள்களையே **எலெக்ட்ரான்கள்** என்கிறோம்.

இந்த ஆய்வில் இரு பிளாட்டினத் தகடு களை மாற்றி வேறு உலோகத் தகடுகள் பயன் படுத்தினாலும், ஹைட்ரஜனுக்கு பதில் வேறு ஏதேனும் வாயுவை பயன்படுத்தினாலும் எலெக்ட் ரான்கள் எதிர் மின்வாயிலிருந்து வெளிப்பட்டன.

எனவே, எல்லா அணுக்களிலும் இந்த அடிப் படைத் துகளாகிய எலெக்ட்ரான் உள்ளது என்று தெளிவாகக் கூறமுடியும்.

**எலெக்ட்ரான்**

எலெக்ட்ரான் ஓர் அலகு (Unit) எதிர் மின்சுமை (Negative charge) உடையது. அதன் சார்பிலாப் பொருண்மை (Absolute mass) $9.113 \times 10^{-28}$ கிராம். எலெக்ட்ரானை, $e^-$ என்ற குறியீட்டால் குறிக்கிறோம்.

**புரோட்டான்**

ஒரு தனிமத்தில் பல அணுக்கள் உள்ளன. இவை மின்சுமை இல்லாதன. ஆனால் அணுக் களில் எதிர் மின்சுமையுடைய எலெக்ட்ரான் உள்ளன என்பதை அறிந்தோம். இதனால், அணுக்களில் இந்த எதிர் மின்சுமையை ஈடுசெய்யக்கூடிய நேர் மின் சுமையுடைய நுண் துகள்கள் இருந்தாகவேண்டும்.

இந்த நேர் மின்சுமையுடைய நுண் துகள்களுக்கு **புரோட்டான்கள் (Protons)** என்று பெயர். ஒவ்வொரு புரோட்டானும் ஓர் அலகு நேர் மின்சுமையுடையது. அதன் சார்பிலாப் பொருண்மை $1.673 \times 10^{-24}$ கிராம். இதை $p$ என்று குறிக்கிறோம்.

$$\frac{\text{புரோட்டான் பொருண்மை}}{\text{எலெக்ட்ரான் பொருண்மை}} = \frac{1.673 \times 10^{-24}}{9.113 \times 10^{-28}}$$

$$= 1836.$$

எனவே, ஒரு புரோட்டானின் பொருண்மை, எலெக்ட்ரான் பொருண்மையைவிட 1836 மடங்கு அதிகம்.

**நியூட்ரான்**

அணுக்களில் எதிர் மின்சுமையுடைய எலெக்ட்ரான்களையும், நேர்மின்சுமையுடைய புரோட்டான்களையும் தவிர மின்சுமை ஏதுமற்ற நியூட்ரான்களும் உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

நியூட்ரான், புரோட்டான் இவை இரண்டும் ஏறத்தாழ ஒரே பொருண்மை உடையன: நியூட்ரான் $n$ என்று குறிக்கப்படுகிறது.

கீழ்காணும் அட்டவணையில் இந்த மூன்று அடிப்படைத் துகள்களின் பண்புகள் ஓர் அட்டவணையில் தொகுத்துத் தரப்பட்டுள்ளன.

| துகள் | குறியீடு | மின்சுமை | ஒப்புப் பொருண்மை | பொருண்மை அணு பொருண்மை அலகு |
|---|---|---|---|---|
| எலெக்ட்ரான் | $e^-$ | —1 | 1 | 0.00055 |
| புரோட்டான் | $p$ | +1 | 1836.12 | 1.00728 |
| நியூட்ரான் | $n$ | 0 | 1838.65 | 1.00867 |

ஓர் அணுப் பொருண்மை அலகின் மதிப்பு (Atomic mass unit, a.m.u.) $1.660 \times 10^{-24}$ கிராமுக்குச் சமம்.

## அணுவின் உட்கரு

எர்னஸ்ட் ருதர்ஃபோர்டு (Ernst Rutherford) என்னும் அறிவியல் அறிஞர், 1911ஆம் ஆண்டு தனது



படம் 7-4.
ருதர்ஃபோர்டு

புகழ்பெற்ற தங்க ரேக்கு ஆய்வினைச் (Gold foil experiment) செய்தார்.

ஆல்பாத் துகள்களை தங்க ரேக்குகள் மூலம் பாய்ச்சியபோது அவை பல திசைகளில் சிதறுவதைக் கண்டார். இந்த ஆய்வின் அடிப்படையில் அணு அமைப்பைப் பற்றி கொள்கை ஒன்றை வெளியிட்டார். இதனை **அணுவின் உட்கரு கொள்கை** (**Nuclear theory of the atom**) என்று அழைக்கிறோம்.

**அணுவின் உட்கரு கொள்கை**

அணுவின் பொருண்மை முழுவதும் அணுவின் மையத்தில், மிகச்சிறிய இடத்தில் நிலைக் கொண்டுள்ளது. இந்த மையத்தை **அணுவின் உட்கரு** (Atomic **nucleus**) என்கிறோம். இதில் புரோட்டான், நியூட்ரான் என்ற இருவகை நுண் துகள்கள் அடங்கியுள்ளன. புரோட்டான் நேர்சுமை உடையது. நியூட்ரான் மின்சுமை அற்றது. எனவே அணுவின் உட்கரு நேர் மின்சுமை உடையது.

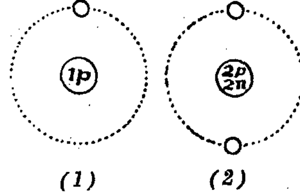
இந்த நேர் மின்சுமையுடைய உட்கருவைச் சுற்றி எதிர் மின்சுமையுடைய எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. எலெக்ட்ரான்களின் மொத்த எதிர் மின்சுமை, புரோட்டானின் நேர் மின்சுமைக்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே அணு, மின்சுமை ஏதுமின்றி இருக்கும்.

அதாவது, ஓர் அணுவில் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கையும், புரோட்டான் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கும்.

**அணுக்கள்**

அனைத்து அணுக்களிலும் மிகவும் இலேசானது ஹைட்ரஜன் அணு ஆகும். இதன் உட்கருவில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் மட்டும் உள்ளது; நியூட்ரான் ஏதும் இல்லை. இந்த உட்கருவை, ஒரே ஓர் எலெக்ட்ரான் சுற்றி வருகிறது.

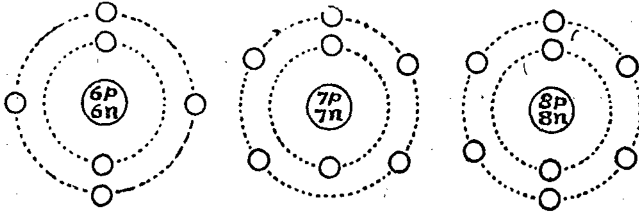
ஹைட்ரஜனைவிடச் சற்று கனமான தனிமம் ஹீலியம் (Helium). இதன், அணு உட்கருவில் இரண்டு புரோட்டான்களும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. இந்த உட்கருவைச் சுற்றி இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் சுற்றி வருகின்றன.




படம் 7-5.
1. ஹைட்ரஜன் அணு
2. ஹீலியம் அணு

இந்த அணு அமைப்புப் படங்களில் p என்பது புரோட்டானையும், n என்பது நியூட்ரானையும், o எலெக்ட்ரானையும் குறிக்கின்றது.

வேறு சில அணுக்களின் அமைப்பைக் காண்போம். கார்பன், அணுவின் உட்கருவில் 6 புரோட்டான்களும் 6 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. உட்கருவைச் சுற்றி 6 எலெக்ட்ரான்கள் இருமட்டங்களில் (2,4) சுற்றி வருகின்றன.




படம் 7-6.
சில தனிம அணுக்கள்

(i) கார்பன் அணு (ii) நைட்ரஜன் அணு (iii) ஆக்சிஜன் அணு

நைட்ரஜன் அணுவில் அதன் உட்கருவில் 7 புரோட்டான்களும், 7 நியூட்ரான்களும் உள்ளன.

உட்கருவைச் சுற்றி, 7 எலெக்ட்ரான்கள் இரு மட்டங்களில் (2,5) சுற்றி வருகின்றன.

ஆக்சிஜன் அணுவின் உட்கருவில் 8 புரோட்டான்களும், 8 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. உட்கருவைச் சுற்றி 8 எலெக்ட்ரான்கள் இரு மட்டங்களில் (2,6) சுற்றி வருகின்றன.

### எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்கள்

ருதர்ஃபோர்டின் அணுக் கொள்கைப்படி எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்சுமையையும் புரோட்டான்கள் நேர் மின்சுமையையும் பெற்றிருந்தால் அந்த எலெக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்களால் ஈர்க்கப்பட்டு, உட்கருவில் வந்து வீழ்ந்து விடவேண்டும் அல்லவா?

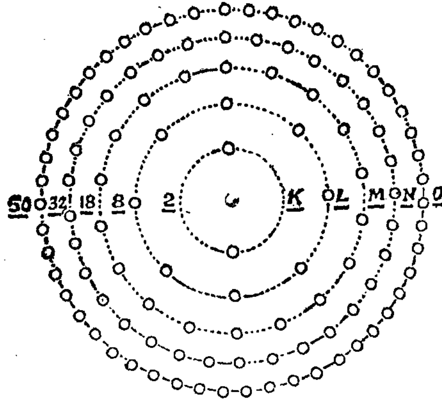
இந்தக் குறையை நீக்க, நீல்ஸ் போர் (Niels Bohr) என்னும் டச்சு நாட்டு, அறிவியல் அறிஞர் இரு கருத்துகளைத் தெரிவித்தார்.

(1) எலெக்ட்ரான்கள் சில குறித்த ஆற்றல் மட்டங்களில் சுற்றி வருகின்றன.

(2) அந்த ஆற்றல் மட்டங்களில் அவை ஏதும் சக்தியை இழப்பதில்லை. இந்த ஆற்றல் மட்டங்களில் வேகமாகச் சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஓர் உச்ச வரம்பு உண்டு.

உட்கருவை அடுத்து இருக்கும் *K*-மட்டம் (*K*-Level) இரண்டே எலெக்ட்ரான்களைக் கொள்ளக்கூடியது. அதற்கு அடுத்த *L*-மட்டம், எட்டு எலெக்ட்ரான்களை கொள்ளக்கூடியது. இது போன்றே *M*, *N*, *O* ஆகிய ஆற்றல் மட்டங்கள், முறையே 18, 32, 50 எலெக்ட்ரான்களை கொள்ளக்கூடியது.

இந்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டறிய $2n^2$ என்ற வாய்பாடு பயன்படுகிறது.




படம் 7-7.
எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்கள்

இங்கு $n$ என்பது ஆற்றல் மட்டத்தின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது.

## எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்கள்

| ஆற்றல் மட்டம் | $n$ | எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கையின் உச்சவரம்பு |
|---|---|---|
| *K* | 1 | 2 |
| *L* | 2 | 8 |
| *M* | 3 | 18 |
| *N* | 4 | 32 |
| *O* | 5 | 50 |

**அயனிகள்**

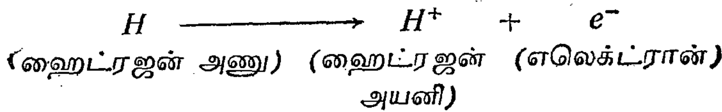
அணுக்கள் மின்சுமையற்றவை. அயனிகள் மின்சுமை உடையவை. சில அயனிகள் நேர்மின் சுமை உடையவை. சில அயனிகள் எதிர் மின்சுமை உடையவை.

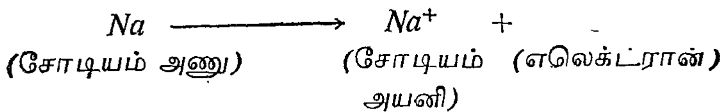
ஒவ்வொரு அணுவிலும் உட்கருவைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான் பல ஆற்றல் மட்டங்களில் சுற்றி வருவதைப் படித்தோம்.

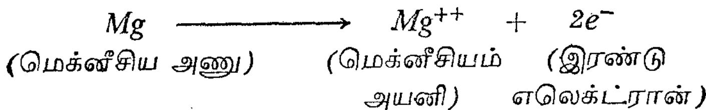
வேதிவினைகள் நிகழும்போது, அணுக்களில் எலெக்ட்ரான் மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. சில அணுக்கள் எலெக்ட்ரான்களை இழக்கின்றன. சில அணுக்கள் எலெக்ட்ரான்களை ஏற்கின்றன.

ஓர் அணு, ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை இழப்பின், அந்த அணு, இப்போது நேர் மின் சுமையுடைய அயனியாக (ion) மாறுகிறது.

**எடுத்துக்காட்டுகள்**

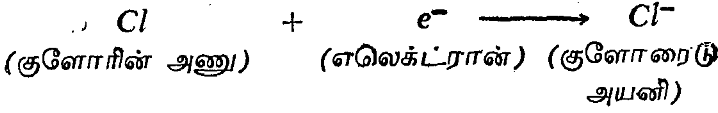


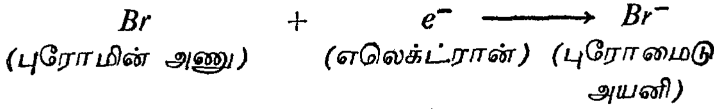

மாறாக, சில அணுக்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்று, எதிர் மின்சுமையுடைய அயனிகளாக மாறுகின்றன.

**எடுத்துக்காட்டுகள்**



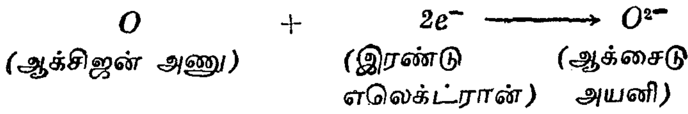
$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$

(குளோரின் அணு) (எலெக்ட்ரான்) (குளோரைடு அயனி)



$$Br + e^- \longrightarrow Br^-$$

(புரோமின் அணு) (எலெக்ட்ரான்) (புரோமைடு அயனி)



$$O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$$

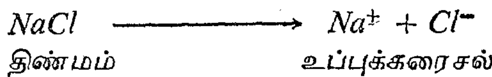
(ஆக்சிஜன் அணு) (இரண்டு எலெக்ட்ரான்) (ஆக்சைடு அயனி)

மேலே எடுத்துக்காட்டப்பட்ட அயனிகளில் ஒரே ஒரு தனிமம்தான் உள்ளது.

சில அயனிகளில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தனிமங்கள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, அம்மோனியம் அயனியில் ($NH_4^+$), ஒரு நைட்ரஜன் அணுவும், நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் உள்ளன. இதே போல், சல்பேட் அயனியில் ($SO_4^{2-}$), ஒரு கந்தக அணுவும், நான்கு ஆக்சிஜன் அணுக்களும் உள்ளன.

பெரும்பான்மையான உப்புகள், அவற்றின் நீர்க்கரைசல்களில் அயனிகளாக இயங்குகின்றன. இக்காரணம் பற்றியே உப்புக் கரைசல்கள் மின் கடத்திகளாக உள்ளன.

சோடியம் குளோரைடு உப்பினை நீரில் கரைத்தவுடன், அது சோடியம் அயனியாகவும், குளோரைடு அயனியாகவும் கரைசலில் இயங்குகின்றன.



$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

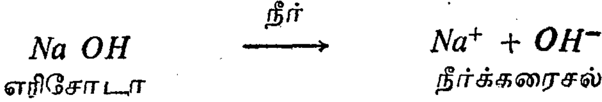
திண்மம் உப்புக்கரைசல்

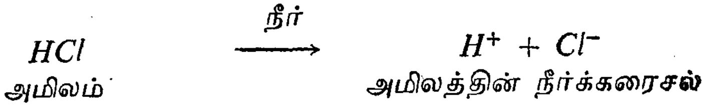
எனவே, அயனி என்பது

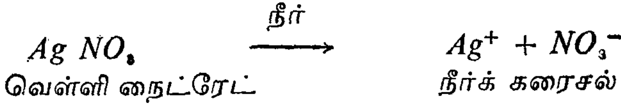
(1) நேர் அல்லது எதிர்மின் சுமை உடையது.

(2) அணு அல்லது அணுக்களின் தொகுப்பி னால் ஆனது என அறிகிறோம்.

மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகள்:




வேதிவினைகள் நிகழும்போது வீழ்படிவு உண் டாகுதல், நடுநிலையாக்கப்படுதல், ஆகியவை அயனி களால் தான் நடைபெறுகின்றன.

### வினாக்கள்

1. டால்ட்டன் அணுக் கொள்கையை விளக்குக.
2. பொருள்கள் மின்தன்மையுடையன என்று எவ்வாறு நிரூபிக்கலாம்?
3. அணுக்களில் உள்ள முக்கிய மூன்று அணுத் துகள்கள் யாவை?
4. அணுக்களிலெல்லாம் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன என்று எவ்வாறு நிரூபிக்கலாம்?
5. ருதர்ஃபோர்டின் அணுக்கருக் கொள்கை யாது?
6. நீல்ஸ் போர் அணுக் கொள்கையில் கூறிய புதிய மாற்றங்கள் யாவை?

7. எலெக்ட்ரானின் சார்பிலாப் பொருண்மை என்ன?

8. ஓர் அணுப்பொருண்மை அலகு எத்தனை கிராமுக்கு சமம்?

9. ஒவ்வொரு ஆற்றல் மட்டத்திலும் இருக்கக் கூடிய எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை யாது?

10. அயனிகள் என்றால் என்ன?

11. அயனிகள் எப்படி உருவாகின்றன?

12. சோடியம் குளோரைடு நீரில் கரையும் போது ஏற்படும் அயனிகள் யாவை?

13. ஆக்சிஜன் அணுக்கருவில் உள்ள புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை யாவை?

14. ஓர் அணு ஏன் மின்சுமையற்று விளங்குகிறது?

15. இரண்டு மின் சுமையுடைய அயனிகள், இரண்டினைக் கூறுக.

## செய்து பார்

ஒரு பலூனை நன்கு ஊதி வாய்புறத்தைக் கட்டிவிடு. மேசை மீது சிறு காகிதத் துண்டுகளை கத்தரித்துப் போடு. பலூனை டெரிலின் சட்டை அல்லது புடவையில் நன்கு பலமுறை தேய்த்து, காகிதத் துண்டுகள் அருகே எடுத்துச் செல். (காகிதத் துண்டுகள் பலூனில் ஒட்டிக் கொள்வதைக் காணலாம்).

## 8. அணு எண்ணும் அணு எடையும்

ஓர் அணுவின் உள்ளே மூன்று முக்கிய அணுத் துகள்கள் இருப்பதைப் படித்தோம். அவை எலெக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் என்பனவாகும். புரோட்டானும் நியூட்ரானும் அணுவின் மையத்தில் அதன் உட்கருவில் உள்ளன. எலெக்ட்ரான்கள், இந்த உட்கருவைச் சுற்றி பல்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களில் சுழல்கின்றன.

### அணு எண்

ஒரு தனிமத்தில் ஓர் அணுவின் உட்கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையே, அத்தனிமத்தின் அணு எண் (Atomic number) எனப்படும்.

### எடுத்துக்காட்டு

ஹைட்ரஜன் அணு உட்கருவில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் உள்ளது. எனவே ஹைட்ரஜனின் அணு எண், ஒன்று ஆகும். ஹீலியம் அணுவின் உட்கருவில் இரண்டு புரோட்டான்கள் உள்ளன. எனவே, ஹீலியத்தின் அணு எண், இரண்டு.

சில முக்கிய தனிமங்களின் அணு எண்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

**சில தனிமங்களின் அணு எண்கள்**

| தனிமம் | உட்கருவில் உள்ள புரோட்டான் எண்ணிக்கை | அணு எண் |
|---|---|---|
| கார்பன் | 6 | 6 |
| ஆக்சிஜன் | 8 | 8 |
| சோடியம் | 11 | 11 |

| தனிமம் | உட்கருவில் உள்ள புரோட்டான் எண்ணிக்கை | அணு எண் |
|---|---|---|
| கந்தகம் | 16 | 16 |
| இரும்பு | 26 | 26 |
| பாதரசம் | 80 | 80 |
| யுரேனியம் | 92 | 92 |

ஓர் அணுவில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, அதில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமம் என்று அறிவோம். எனவே ஒரு தனிமத்தின் அணுவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை அல்லது எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, அதன் அணு எண் எனப்படுகிறது.

### பொருண்மை எண்

எலெக்ட்ரான் ஒன்றின் பொருண்மை, புரோட்டான் அல்லது நியூட்ரானின் பொருண்மையை விட மிகமிகச் சிறியது என்று முன்பே படித்தோம். எனவே அணுவின் பொருண்மையைக் கருதும்போது, அதன் பொருண்மை முழுவதும் அதன் உட்கருவில் அடங்கியுள்ளது என அறியலாம். அணுவின் உட்கருவில் உள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் ஆகிய ஒவ்வொன்றும் ஓர் அணுப் பொருண்மை அலகு (அ.பொ.அ) உடையன. இதனால் அத்தனிமத்தில் ஓர் அணுவின் உட்கருவில் அமைந்துள்ள நியூட்ரான், புரோட்டான் இவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கை அந்த தனிம அணுவின் **பொருண்மை எண்** (Mass number) எனப்படுகிறது.

## எடுத்துக்காட்டு

ஹீலியம் அணுவின் உட்கருவில் இரண்டு புரோட்டான்களும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. எனவே, ஹீலியத்தின் பொருண்மை எண், நான்கு ஆகும்.

சில தனிமங்களின் பொருண்மை எண்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

| தனிமம் | புரோட்டான் எண்ணிக்கை | நியூட்ரான் எண்ணிக்கை | பொருண்மை எண் |
|---|---|---|---|
| ஹீலியம் | 2 | 2 | 4 |
| கார்பன் | 6 | 6 | 12 |
| சோடியம் | 11 | 12 | 23 |
| இரும்பு | 26 | 30 | 56 |
| யுரேனியம் | 92 | 146 | 238 |

## அணு எடை

அணுக்கள் மிகமிக நுண்ணியவை. மிகமிகக் குறைந்த இடத்தை அடைப்பன. கூட்டு நுண்நோக்கி உதவியாலும் இவற்றைக் காணமுடியாது. அணுவின் எடையும் மிகக் குறைந்ததே. ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடை $1.673 \times 10^{-24}$ கிராம். இந்த எடை மிகமிகச் சிறிய அளவினதாக இருப்பதால், மிகவும் நுல்லியமான தராசினைப் பயன் படுத்தினால்கூட ஓர் அணுவின் தனித்த எடையைத் தீர்மானிக்க முடிவதில்லை.

எனவே அணுக்களின் எடைகளை தனித்து எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பது? முதலில் அணுக்களின் எடைகளைக் கூறும்போது, அதன் எடையை ஹைட்ரஜன் அணுவின் எடையுடன் ஒப்பிட்டு, அது ஹைட்ரஜன் அணுவைப்போல் எத்தனை மடங்கு கனமாக உள்ளது என்று கணக்கிட்டுக் கூறுவது வழக்கம்.

எடுத்துக்காட்டாக, கார்பன் அணு ஒன்றின் எடை, ஹைட்ரஜன் அணு ஒன்றின் எடையைப் போல், 12 மடங்கு உள்ளது. கார்பனின் அணு எடை 12 ஆகும்.

தற்காலத்தில் ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக கார்பனை அடிப்படையாகக்கொண்டே, அணு எடைகள் கணக்கிடப்படுகின்றன.

இயற்கையில் கிடைக்கும் கார்பனில் இருவகை அணுக்கள் உள்ளன. அவற்றின் பொருண்மை எண்கள், 12, 13 ஆகும். இவை முறையே 98.9% 1.1% என்னும் அளவில், இயற்கையில் கிடைக்கும் கார்பனில் காணப்படுகின்றன.

எனவே கணக்கீடுகளுக்கு, கார்பன் அணு எடை 12.0000 எனக் கொள்ளப்பட்டு அளவுகள் கணக்கிடப் படுகின்றன. இதன்படி,

$$\text{ஒரு தனிமத்தின் அணு எடை} = \frac{\text{அந்தத் தனிமத்தின் அணுவின் எடை}}{\text{கார்பன்-12 என்ற தனிமத்தின் அணுவின் எடை}} \times \frac{1}{12}$$

இப்படி கார்பன்-12ஐ அடிப்படையாகக் கொண்டு கணக்கிடப்பட்ட சில தனிமங்களின் அணு எடைகள், கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

## தனிமங்களின் அணு எண், அணு எடை

| தனிமம் | குறியீடு | அணு எண் | அணு எடை |
|---|---|---|---|
| ஹைட்ரஜன் | *H* | 1 | 1.008 |
| ஹீலியம் | *He* | 2 | 4.003 |
| நைட்ரஜன் | *N* | 7 | 14.007 |
| ஆக்சிஜன் | *O* | 8 | 15.999 |
| சோடியம் | *Na* | 11 | 22.990 |
| மெக்னீசியம் | *Mg* | 12 | 24.312 |
| இரும்பு | *Fe* | 26 | 55.847 |
| பாதரசம் | *Hg* | 80 | 200.59 |
| காரீயம் | *Pb* | 82 | 207.19 |
| யுரேனியம் | *U* | 92 | 238.04 |

### அவோகேட்ரோ எண்

அவோகேட்ரோ என்ற அறிஞர் தம் ஆராய்ச்சியின் பலனாக 'அவோகேட்ரோ எண்' என்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. வேதியியல் கணக்கீடுகளில் இந்த அவோகேட்ரோ எண் (Avogadro number) ஒரு பயனுள்ள மாறிலி (Constant) ஆகும்.

அவோகேட்ரோ எண்ணைப் பயன்படுத்தி ஓர் அணுவின் எடையையும், ஒரு குறிப்பிட்ட எடையில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையையும் கண்டு பிடிக்கலாம்.

ஓர் அணுவின் எடையை, கிராம் அளவில் குறிப்பிட்டால், அதனை கிராம் - அணு எடை (Gram atomic weight) என்கிறோம்.

| | | |
|---|---|---|
| **கார்பன்:** | அணு எடை | 12.011 |
| | கிராம் அணு எடை | 12.001 கிராம் |
| **ஆக்சிஜன்** | அணு எடை | 15.999 |
| | கிராம் அணு எடை | 15.999 கிராம் |
| **வெள்ளி** | அணு எடை | 107.87 |
| | கிராம் அணு எடை | 107.87 கிராம் |
| **காரீயம்** | அணு எடை | 207.19 |
| | கிராம் அணு எடை | 207.19 கிராம் |

ஒரு தனிமத்தின் கிராம் அணு எடையில் $6.023 \times 10^{23}$ அணுக்கள் இருப்பதாக (602,300,000,000,000,000,000,000) கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இந்த $6.023 \times 10^{23}$ எண்ணை **அவோகேட்ரோ எண்** என்கிறோம்.

இதன்படி,
15.999 கிராம் ஆக்சிஜனில், $6.023 \times 10^{23}$ ஆக்சிஜன் அணுக்கள் இருக்கவேண்டும். 107.87 கிராம் வெள்ளியில், $6.023 \times 10^{23}$ வெள்ளி அணுக்கள் இருக்க வேண்டும்.

**வினாக்கள்**

1. அணு எண் என்றால் என்ன?
2. ஒரு தனிமத்தின் அணுவின் பொருண்மை எண் எதைக் குறிக்கிறது?
3. அணு எண் 16, பொருண்மை எண் 32 உள்ள ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கருவில் எத்தனை நியூட்ரான்கள் உள்ளன?
4. ஒரு தனிமத்தின் அணு எடையை, கார்பன்-12 அளவீட்டில் வரையறு.

5. அவோகேட்ரோ எண்ணின் மதிப்பு என்ன?

6. அவோகேட்ரோ எண்ணின் முக்கியத்துவம் யாது?

7. ஒரு தனிமத்தின் உட்கருவில் 22 புரோட்டான்களும், 29 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. அந்த தனிமத்தின் அணு எண் என்ன? அணு எடை என்ன?

## 9. மூலக்கூறு வடிவங்கள்

நாம் பலவகைத் தனிமங்களைப் பற்றியும், அவற்றின் அமைப்புகளைப் பற்றியும் அறிந்தோம். தனிமங்களில் பெரும்பாலானவை, இயற்கையில் தனித்த நிலையில் காணப்படுவதில்லை; பிற தனிமங்களுடன் கூடிய நிலையில், சேர்மங்களாகக் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு (சாதாரண உப்பு) பெருமளவில் கடல் நீரிலும், உப்புப் பாறைகளிலும் காணப்படுகின்றது. ஆனால் இயற்கையில் சோடியம் என்ற தனிமமும், குளோரின் என்ற தனிமமும் தனித்து நிலவுவதில்லை.

சில தனிமங்களின் அணுக்கள் ஒன்று கூடி மூலக்கூறுகளாக இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், குளோரின் போன்ற தனிமங்கள் காற்றில் பெருமளவில் உள்ளன. இவை காற்றில் தனித்து அணுக்களாக இயங்குவதில்லை. இரண்டு (அல்லது மூன்று) அணுக்கள் ஒன்றுசேர்ந்த மூலக்கூறுகளாக, இவை இயங்குகின்றன. இந்த மூலக்கூறுகள், வாயு நிலையில் மிக எளிதாக இங்குமங்கும் அலைகின்றன.

ஆக்சிஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு ஆக்சிஜன் அணுக்கள் உள்ளன. எனவே, ஆக்சிஜன் மூலக்கூறின் வாய்பாடு $O_2$ என்று எழுதப்படுகிறது. இந்த வாய்பாட்டில், 2 என்னும் கீழ்க்குறி, ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு அணுக்கள் உள்ளன என்பதைக் குறிக்கிறது.

இதுபோன்றே, நைட்ரஜன், மூலக்கூறில் இரண்டு அணுக்கள் கூடியுள்ளன. எனவே, நைட்ரஜன் மூலக்கூறு வாய்பாடு, $N_2$ ஆகும்.

பொதுவாக தனித்த அணு நிலையில் அவை அதிக வினைத் திறன் கொண்டவை. எனவே, இவை ஒன்றுடன் ஒன்று கூடி, நிலைத்தன்மை (Stability) உடைய மூலக்கூறாக அமைகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, ஆக்சிஜன் அணுக்கள் தனித்த நிலையில் அதிக வினைத்திறன் கொண்டவை. எனவே இரண்டு ஆக்சிஜன் அணுக்கள் ஒன்று கூடி ஓர் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறாக உருவாகிறது. இது நிலைத்த தன்மையுடன் காற்றில் தனித்து இயங்க முடிகிறது.

இது போன்றே நைட்ரஜன் அணுக்கள் இரண்டு கூடி, நைட்ரஜன் மூலக்கூறாக நிலவுகின்றன.

**மூலக்கூறுகள்**

மேற்கண்ட மூலக்கூறுகளிலெல்லாம் ஒரே தனிமத்தின் இரண்டு அணுக்கள் ஒன்று கூடின. சில மூலக்கூறுகளில், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிமங்களின் அணுக்கள் இருக்கக்கூடும்.

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு ($HCl$) மூலக்கூறில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவும், ஒரு குளோரின் அணுவும் உள்ளன. ஒரு நீர் மூலக்கூறில் ($H_2O$) இரண்டு

ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவும் உள்ளன. ஓர் அம்மோனியா ($NH_3$) மூலக்கூறில் ஒரு நைட்ரஜன் அணுவும் மூன்று ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் உள்ளன. ஒரு மீத்தேன் ($CH_4$) மூலக்கூறில், ஒரு கார்பன் அணுவும், நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் உள்ளன.

மூலக்கூறுகளில் உள்ள அணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து அவற்றை வகைப் படுத்தலாம்.

**(1) ஈரணு மூலக்கூறு (Di atomic molecule)**

இந்த மூலக்கூறு இரண்டு அணுக்கள் கொண்டது. அணுக்கள் ஒரே தனிமத்தைச் சேர்ந்ததாக இருக்கலாம்; அல்லது இரண்டு தனிமங்களைச் சேர்ந்தவையாக இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டு: $H_2$, $O_2$, $N_2$, $HCl$.

**(2) மூவணு மூலக்கூறு (Tri atomic molecule)**

இவ்வகை மூலக்கூறுகளில் மூன்று அணுக்கள் இருக்கின்றன. அவை ஒரே தனிமத்தை சேர்ந்ததாக இருக்கலாம்; அல்லது இரண்டு தனிமங்கள் சேர்ந்தவையாகவும் இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டு: $H_2O$, $CO_2$, $O_3$ (ஓசோன் மூலக்கூறு-Ozone).

**(3) நான்கணு மூலக்கூறு (Tetra atomic molecule)**

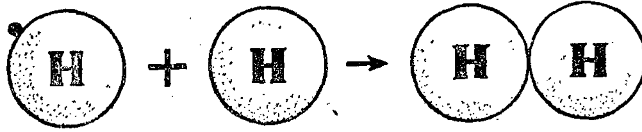
இவ்வகை மூலக்கூறுகளில் நான்கு அணுக்கள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: $NH_3$ $SO_3$.

**மூலக்கூறு வடிவங்கள்**

தனிமங்களின் அணுக்கள் யாவும் ஏறத்தாழ கோள வடிவம் (Spherical shape) கொண்டவையாகக் கருத லாம். ஆனால் எல்லா தனிமங்களின் அணுக்களும் ஒரே பருமன் (Volume) கொண்டவை அல்ல. ஹைட்ர

ஜன் அணுவின் பருமன் மிகக் குறைவு. ஆக்சிஜன், குளோரின் போன்ற அணுக்களின் பருமன் அதிகம்.

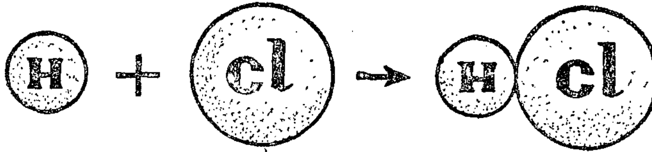
எனவே, ஒரே தனிமத்தின் இரண்டு அணுக்கள் கூடி உருவாகும் மூலக்கூறின் வடிவம், ஒரே அளவுள்ள இரு கோளங்கள் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதைப் போன்று இருக்கும். எடுத்துக்காட்டு: ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு அல்லது குளோரின் மூலக்கூறு. இதில் உள்ள இரு குளோரின் அணுக்களும் சம பருமன் உடையவை. எனவே, இவை கூடி உருவாகும் குளோரின் மூலக்கூறின் வடிவம் இரு சமகோளங்கள் தொட்டுக்கொண்டிருப்பதைப் போன்று காணப்படும்.




படம் 9-1.

ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு

மாறாக, இரு வேறுபட்ட தனிமங்களின் அணுக்கள் கூடி உருவாகும் மூலக்கூறின் வடிவம், மாறு




படம் 9-2.

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக்கூறு

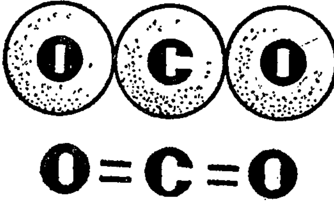
பட்ட பருமனுள்ள இரு கோளங்கள் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதைப் போன்று காணப்படும். எடுத்துக்காட்டு: ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மூலக்கூறு.

இதில் ஹைட்ரஜனின் பருமன் குறைவாகவும், குளோரினின் பருமன் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

**மூவணு மூலக்கூறு:** மூவணு மூலக்கூறுகள் இருவகை வடிவங்களில் அமையலாம்.

### (அ) நேர்க்கோட்டு மூலக்கூறு (Linear molecule)

இவ்வகை மூலக்கூறுகளில் உள்ள மூன்று அணுக்களும் ஒரு நேர்க்கோட்டில் அமைந்து காணப்படும். எடுத்துக்காட்டு: கார்பன் டைஆக்சைடு ($CO_2$) இதில் இரு ஆக்சிஜன் அணுக்கள் இரண்டு ஓரங்களிலும், கார்பன் அணு நடுவிலும் அமைந்து மூன்றும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் அமைகின்றன.

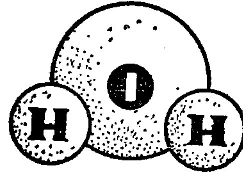


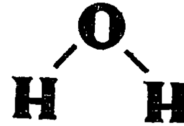

படம் 9-3.
கார்பன் டைஆக்சைடு மூலக்கூறு

### (ஆ) கோணல் மூலக்கூறு (Bent molecule)

இவ்வகை மூலக்கூறுகளில் உள்ள மூன்று அணுக்களும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் அமைவதில்லை. இரு நேர்க்கோடுகள் ஒரு புள்ளியில் சந்தித்து, ஒரு கோணத்தை ஏற்படுத்துவது போல் அமைகின்றன.

**எடுத்துக்காட்டு:** நீர் ($H_2O$). இதில் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவும் உள்ளன. ஆக்சிஜன் அணு, அளவில், ஹைட்ரஜன் அணுவை விடப் பெரியது.

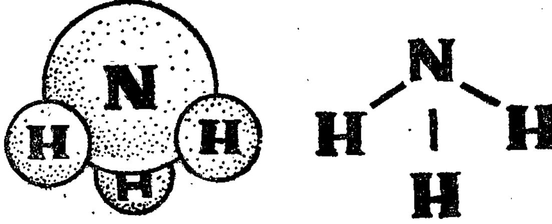



படம் 9-4.
நீர் மூலக்கூறு

**அம்மோனியா மூலக்கூறு**

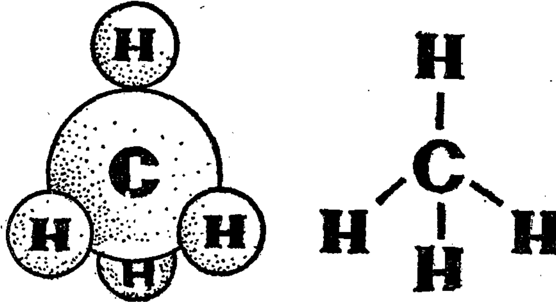
அம்மோனியா ($NH_3$) மூலக்கூறில், ஒரு நைட்ரஜன் அணுவுடன், மூன்று ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணைந்து காணப்படுகின்றன. இந்த




படம் 9-5.
அம்மோனியா மூலக்கூறு

மூலக்கூறின் உருவம் முக்கோண பிரமீடு (Trigonal pyramid) ஆகும். இதில் உள்ள மூன்று ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஒரே தளத்திலும், நைட்ரஜன் அணு அத்தளத்தை விடச் சற்று உயர்ந்த மற்றொரு தளத்திலும் உள்ளன.

**மீத்தேன் மூலக்கூறு**




படம் 9-6.
மீத்தேன் மூலக்கூறு

மீத்தேன் ($CH_4$) மூலக்கூறில், ஒரு கார்பன் அணுவைச் சுற்றி நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நான்கு திசைகளில் காணப்படுகின்றன. இதன் உருவம் ஒரு சமபக்க நான்முகி (Regular tetrahedron) ஆக அமைந்துள்ளது. நான்முகியின் நான்கு மூலை களிலும் நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் அமை கின்றன. அதன் மையத்தில் கார்பன் அணு அமைந் துள்ளது.

## வினாக்கள்

1. மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு உருவாகின்றன?
2. ஒரேவகைத் தனிமங்களைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளுக்கு மூன்று எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.
3. இருவகைத் தனிமங்களைக் கொண்ட மூலக் கூறு இரண்டினைக் கூறுக.
4. பின்வரும் மூலக்கூறுகளின் வடிவங்களைப் படம் வரைந்து காட்டுக:
   (1) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு
   (2) நீர்
   (3) அம்மோனியா
   (4) மீத்தேன்

## செய்துபார்

(1) களிமண்ணைக் கொண்டு வெவ்வேறு பருமன் கொண்ட கோளங்களைச் செய்து அவற்றை நிழலில் உலர்த்துங்கள். சிறுசிறு கம்பிகள் கொண்டு வெவ்வேறு மூலக்கூறுகள் அமைத்து பின் நன்கு உலர்ந்த பிறகு தகுந்த வண்ணம் தீட்டுங்கள்.

மாணவர்கள் எளிதாகச் செய்யக்கூடிய மூலக் கூறுகள்:

(1) (a) ஹைட்ரஜன், (b) குளோரின்

(2) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

(3) கார்பன் டை ஆக்சைடு

(4) நீர்

(5) அம்மோனியா

(6) மீத்தேன்

களிமண்ணிற்குப் பதிலாக பின்னங் கொட்டை களைப் பயன்படுத்தலாம். பிளாஸ்டிசீன், கண்ணாடி கோலிகள், பிளாஸ்டிக் கோளங்கள் இவற்றைப் பயன் படுத்தலாம்.

(2) ஒரு சமபக்க முக்கோணம் வரைந்து அதன் பக்க மையங்களைச் சேர்த்து ஒரு முக்கோணம் வரைக. அந்த முக்கோணத்தின் கோட்டில் காகிதத்தை மடித்து முக்கோண பிரமிடு செய்யலாம்.

## 10. தனிம வரிசை அட்டவணை

அறிவியல் ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக பல புதிய புதிய தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. நாளடைவில் இவற்றின் எண்ணிக்கையும் அதிகரித்தது. இதுவரை 105 தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. இவற்றின் இயற்பண்புகளும், வேதிப் பண்புகளும் பல்வேறுபட்டவை. இந்தப் பண்பு களின் அடிப்படையில் அவற்றை வகைப்படுத்த பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன.

முதன் முதலில் தனிமங்களை **உலோகங்கள், அலோகங்கள்** என்ற இரு வகைகளாக வல்லுநர்கள்

பிரித்தனர். சில உலோகங்கள் அலோகப் பண்பு களையும், சில அலோகங்கள் உலோகப் பண்புகளையும் பெற்றிருந்தன. எனவே இம்முறையில் எல்லா தனிமங்களையும் சரியாக வகைப்படுத்த முடியவில்லை.

பின்னர் இணைதிறன் அடிப்படையில் தனிமங் களைச் சரியாக வகைப்படுத்தினர். பல தனிமங்கள் மாறுபடும் இணைதிறன்களைப் பெற்றிருந்ததால், இம்முறையும் கைவிடப்பட்டது.

பின்னர் டோப்ரீனர் (Dobereiner) என்னும் அறிவியல் அறிஞர், ஒத்த வேதிப் பண்புகளை உடைய மூன்று தனிமங்களைக் கொண்ட மும்மைகள் (Triads) பலவற்றைக் கண்டறிந்தார். அவற்றில் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

1. லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம்
2. கால்சியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம், பேரியம்
3. கந்தகம், செலீனியம், டெலூரியம்
4. குளோரின், புரோமின், அயோடின்

இந்த மும்மைகளில், நடுவில் உள்ள அணுவின் எடையும், மற்ற இரு தனிமங்களின் அணு எடை களின் சராசரியும், ஏறத்தாழ ஒத்துள்ளன.

**எடுத்துக்காட்டு**

| | | |
|---|---|---|
| குளோரின் அணு எடை | = | 35.5 |
| அயோடின் அணு எடை | = | 126.9 |
| இவற்றின் சராசரி | = | $\frac{162.4}{2}$ |
| | = | 81.2 |
| புரோமின் அணு எடை | = | 79.9 |

1866ஆம் ஆண்டு, நியூலண்ட்ஸ் (Newlands) என்ற ஆங்கில நாட்டு அறிஞர் தனிமங்களை அவற்றின் அணு எடைகளின் ஏறுவரிசைப்படி அமைத்தார். இந்த வரிசையில், ஒவ்வொரு தனிமமும், அதிலிருந்து எட்டாவதாக அமைந்துள்ள தனிமத்துடன் பண்புகளில் ஒத்திருந்தது.

இது இசையின் ஸ்வர அமைப்பைப் போன்று இருந்ததால், இதனை **எண்ம விதி (Law of Octaves)** என்கிறோம். இவ்வாறு நியூலண்ட்ஸ் அமைத்த தனிம வரிசை அட்டவணையின் ஒரு பகுதி கீழே தரப்பட்டுள்ளது. இதில் தனிமங்களின் குறியீடும், அவற்றின் அணு எடைகளும் தரப்பட்டுள்ளன.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Li* 6.9 | *Be* 9.0 | *B* 10.8 | *C* 12.0 | *N* 14.0 | *O* 16.0 | *F* 19.0 |
| *Na* 23.0 | *Mg* 24.3 | *Al* 27.0 | *Si* 28.1 | *P* 31.0 | *S* 32.1 | *Cl* 35.5 |
| *K* 39.1 | *Ca* 40.1 | | | | | |

**மெண்டலீஃப் தனிம வரிசை விதி**

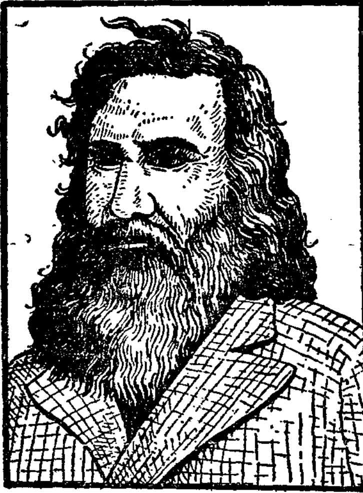
மெண்டலீஃப் (Mendeleev) என்னும் ருஷ்யநாட்டு வேதியியல் அறிஞர் தனிமங்களை அவற்றின் அணு எடைகளின் ஏறுவரிசையில் அமைத்தார். அதன் அடிப் படையில் **'தனிம வரிசை விதி'** (Periodic Law) என்பதை 1869ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார்.

**தனிம வரிசை விதி**

**"தனிமங்களின் இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்பு களும் அவற்றின் அணு எடைகளுக்கு ஏற்ப ஆவர்த்தன முறையில் மாற்றமடைகின்றன".**

மேற்கூறிய விதிப்படி அமைக்கப்பட்ட தனிம வரிசை அட்டவணை. மிகவும் பயனுள்ளதாக இருந்தது. இந்த அட்டவணையில் 9 தொகுதி களும் (Groups), 7 தொடர்களும் (Periods) உள்ளன. ஒரே தொகுதியில் உள்ள தனிமங்களின் பண்புகள் பல ஒத்தவையாக அமைந்துள்ளன.

மெண்டலீஃப் தனது அட்டவணையில் பின்னர் சில தனிமங்களை இடம் மாற்ற வேண்டியதாயிற்று. வேதிப் பண்புகளின் அடிப்படையில் இதைச் செய்தார். இந்த மாற்றம் அணு எடை வரிசைக்கு முரணாக அமைந்தது. எடுத்துக் காட்டாக, 39.9 அணு எடை உள்ள ஆர்கான் என்னும் தனிமத்தை, 39.1 அணு எடை உள்ள பொட்டாசியத்திற்கு முன்பாக வைக்க வேண்டியதாயிற்று. இந்த முன் பின்னாக வைத்தல் (Inversion) சரியானதே என்பது பின்னர் தெரியவந்தது.



படம் 10-1.
மெண்டலீஃப் (1834-1907)

ஆர்கானின் அணு எண் (Atomic number) 18. பொட்டாசியத்தின் அணு எண் 19. எனவே, அணு எண் களை அடிப்படையாக வைத்து தனிமங்களை வகைப் படுத்தும்போது பொட்டாசியத்திற்கு முன்பு ஆர்கான் சரியாக அமைந்தது.

இதைக் கருத்தில்கொண்டு, கீழ்காணும் முறையில் தனிம வரிசை விதியை மாற்றிக் கூறலாம்:

''தனிமங்களின் இயற்பண்புகளும், வேதிப் பண்புகளும் அவற்றின் அணு எண்களுக்கு ஏற்ப ஆவர்த்தன முறையில் மாற்றமடைகின்றன''. மெண்டலீஃப் அவரது தனிம வரிசை அட்டவணையில் சில காலியிடங்களை நிரப்பாமல் விட்டுவிட்டார். ஆனால் அங்கு இருக்க வேண்டிய தனிமத்தின் பண்புகளை, அறுதியிட்டுக் கூறினார்.

இந்தக் காலியிடங்களில் இருக்கவேண்டிய தனிமங்களைக் கண்டறிய பல அறிவியல் அறிஞர்கள் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட இது தூண்டுகோலாக அமைந்தது.

இதன் விளைவாகவே, பின்னர் ஸ்காண்டியம் (Scandium), காலியம் (Gallium), ஜெர்மேனியம் (Germanium) போன்ற தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. இவற்றின் பண்புகள், மெண்டலீஃப் முன் கூட்டியே அறிவித்திருந்த பண்புகளைப் பெரிதும் ஒத்திருந்தன. மெண்டலீஃப் தம் தனிம வரிசை அட்டவணையை வெளியிட்ட அதே 1869ஆம் ஆண்டில், லோதர் மேயர் (Lothar Meyer) என்ற ஜெர்மானிய அறிவியல் அறிஞர், தனிமங்களின் இயற்பண்புகளின் அடிப்படையில் ஒரு தனிம வரிசை அட்டவணையை வெளியிட்டார். இது மெண்டலீஃப் அட்டவணையை ஓரளவு ஒத்திருந்தது.

இன்று நாம், வேதிப்பண்புகளின் அடிப்படையில் அமைத்துள்ள, மெண்டலீஃப் தனிம வரிசை அட்டவணையையே பயன்படுத்துகிறோம். லோதர் மேயர் முதன்முதல் வரைந்த அணுப் பருமன் வரிவடிவம் (Atomic volume curve) இன்றும் பயன்படுகிறது.

**தனிம வரிசை அட்டவணை (நீள்வடிவம்)**

மெண்டலீஃப் தனிமவரிசை அட்டவணை பக்கத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

# 10.2 தனிம வரிசை அட்டவணை (நீள் வடிவம்)

உலோகங்கள் (IIIA – IIB) · அலோகங்கள் (IIIB – O)

| தொடர் | I A | II A | III A | IV A | V A | VI A | VII A | VIII | | | I B | II B | III B | IV B | V B | VI B | VII B | O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1<br>H<br>1.0079 | | | | | | | | | | | | | | | | 1<br>H<br>1.0079 | 2<br>He<br>4.003 |
| 2 | 3<br>Li<br>6.941 | 4<br>Be<br>9.012 | | | | | | | | | | | 5<br>B<br>10.81 | 6<br>C<br>12.011 | 7<br>N<br>14.007 | 8<br>O<br>15.999 | 9<br>F<br>18.998 | 10<br>Ne<br>20.179 |
| 3 | 11<br>Na<br>22.99 | 12<br>Mg<br>24.31 | | | | | | | | | | | 13<br>Al<br>26.98 | 14<br>Si<br>28.09 | 15<br>P<br>30.974 | 16<br>S<br>32.06 | 17<br>Cl<br>35.453 | 18<br>Ar<br>39.946 |
| 4 | 19<br>K<br>39.10 | 20<br>Ca<br>40.08 | 21<br>Sc<br>44.96 | 22<br>Ti<br>47.90 | 23<br>V<br>50.94 | 24<br>Cr<br>51.996 | 25<br>Mn<br>54.94 | 26<br>Fe<br>55.85 | 27<br>Co<br>58.93 | 28<br>Ni<br>58.71 | 29<br>Cu<br>63.55 | 30<br>Zn<br>65.38 | 31<br>Ga<br>69.72 | 32<br>Ge<br>72.59 | 33<br>As<br>74.92 | 34<br>Se<br>78.96 | 35<br>Br<br>79.904 | 36<br>Kr<br>83.80 |
| 5 | 37<br>Rb<br>85.47 | 38<br>Sr<br>87.62 | 39<br>Y<br>88.91 | 40<br>Zr<br>91.22 | 41<br>Nb<br>92.91 | 42<br>Mo<br>95.94 | 43<br>Tc<br>98.91 | 44<br>Ru<br>101.1 | 45<br>Rh<br>102.91 | 46<br>Pd<br>106.4 | 47<br>Ag<br>107.87 | 48<br>Cd<br>112.4 | 49<br>In<br>114.82 | 50<br>Sn<br>118.69 | 51<br>Sb<br>121.75 | 52<br>Te<br>127 6 | 53<br>I<br>126.90 | 54<br>Xe<br>131.30 |
| 6 | 55<br>Cs<br>132.91 | 56<br>Ba<br>137.3 | 57-71<br>லான்தனைடுகள்<br>* | 72<br>Hf<br>178.5 | 73<br>Ta<br>180.95 | 74<br>W<br>183.85 | 75<br>Re<br>186.2 | 76<br>Os<br>190.2 | 77<br>Ir<br>192.2 | 78<br>Pt<br>195.09 | 79<br>Au<br>196.97 | 80<br>Hg<br>200.59 | 81<br>Tl<br>204.37 | 82<br>Pb<br>207 2 | 83<br>Bi<br>208.98 | 84<br>Po<br>(210) | 85<br>At<br>(210) | 86<br>Rn<br>(222) |
| 7 | 87<br>Fr<br>(223) | 88<br>Ra<br>226.03 | 89-103<br>ஆக்டினைடுகள்<br>** | 104<br>—<br>— | 105<br>—<br>— | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| * லான்தனைடுகள் | 57<br>La<br>138.91 | 58<br>Ce<br>140.12 | 59<br>Pr<br>140.91 | 60<br>Nd<br>144.24 | 61<br>Pm<br>(145) | 62<br>Sm<br>150.4 | 63<br>Eu<br>151.96 | 64<br>Gd<br>157.25 | 65<br>Tb<br>158.93 | 66<br>Dy<br>162.50 | 67<br>Ho<br>164.93 | 68<br>Er<br>167.26 | 69<br>Tm<br>168.93 | 70<br>Yb<br>173.04 | 71<br>Lu<br>174.97 |
| ** ஆக்டினைடுகள் | 89<br>Ac<br>(227) | 90<br>Th<br>292.04 | 91<br>Pa<br>231.04 | 92<br>U<br>238.03 | 93<br>Np<br>237.05 | 94<br>Pu<br>(244) | 95<br>Am<br>(243) | 96<br>Cm<br>(247) | 97<br>Bk<br>(247) | 98<br>Cf<br>(251) | 99<br>Es<br>(254) | 100<br>Fm<br>(257) | 101<br>Md<br>(258) | 102<br>No<br>(255) | 103<br>Lr<br>(256) |

குறிப்பு:- தனிம குறியீடுகளின் மேலே அணு எண்ணும், கீழே அணு எடையும் தரப்பட்டுள்ளன.

இந்த நீள் வடிவ அட்டவணையில் முதல் ஏழு தொகுதிகளில் *A*, *B* என்ற இரு உட்தொகுதிகள் உள்ளன. இவற்றைத் தனித்தனியாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு தனிமத்தொடரையும் கிடைமட்டமாக அமைத்து நீள்வடிவத் தனிம வரிசை அட்டவணை (Long form of the Periodic Table) பெறப்பட்டது.

இந்த அட்டவணையில், தனிமங்கள் அவற்றின் அணு எண்களின் ஏறுவரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

நீள் வடிவ அட்டவணையில், மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும் 18 தொகுதிகள் (Groups) உள்ளன. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் உள்ள தனிமங்களின் பண்புகள், ஒன்றையொன்று ஒத்துள்ளன. எனவே, அவற்றைப் புரிந்து கொள்வது எளிதாக அமைகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: VII B தொகுதியில்,

ஃப்ளோரின், குளோரின்,

புரோமின், அயோடின்,

அஸ்டடைன் என்னும் ஐந்து தனிமங்கள் உள்ளன.

இவை அனைத்தும் எலெக்ட்ரான்களைக் கவரும் ஆற்றல் (Electro negativity) மிக்வுடைய அலோகங்களாக அமைகின்றன. அவை வேறு பண்புகளிலும் ஒத்திருக்கின்றன.

நமக்கு இதுவரை தெரிந்துள்ள 105 தனிமங்களும் நீள்வடிவ் தனிம வரிசை அட்டவணையில் 7 தொடர்களாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு தொடரில் உள்ள தனிமங்களின் பண்புகளில் படிப்படியான மாறுதல்களைக் காணலாம். இந்த ஏழு தொடர்களில் உள்ள தனிமங்களின் எண்ணிக்கை முறையே 2, 8, 8, 18, 18, 32, 19 ஆகும்.

ஒரு தொடரில் பண்புகள் படிப்படியாக மாறுவதை கீழ்காணும் எடுத்துக்காட்டு கொண்டு விளக்கலாம்:

தொடர் 2: லித்தியம், பெரிலியம், போரான்
கார்பன், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன்,
ஃப்ளோரின், நியான்.

இடப்புறமிருந்து வலப்புறமாகச் செல்லும் போது, அத்தனிமங்களின் உலோகத்தன்மை படிப் படியாகக் குறைந்து, அலோகத் தன்மை மிகுகிறது. எலெக்ட்ரான் அமைப்பை அறியவும், இணைத் திறனைக் கண்டுபிடிக்கவும், வினைத்திறனை நிர்ண யிக்கவும் தனிம வரிசை அட்டவணை பெரிதும் பயன் படுகிறது. பல வேதிவினைகளை விளக்கவும், அணுக் களின் கூடுகைகளை விளக்கவும் இந்த நீள்வடிவ தனிம வரிசை அட்டவணை பயன்படுகிறது.

தனிம வரிசை அட்டவணையைப் பயன்படுத்த நன்கு தெரிந்திருக்க வேண்டும். உலோகங்களும், அலோ கங்கள் அனைத்தும் வலதுபக்க மேற்பகுதியில் குவிந் திருப்பதைக் காணலாம். பூஜ்ய (0) தொகுதியில், மந்த வாயுக்களை ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாக காண்கிறோம்.

கனிம வேதியியல் வளர்ச்சிக்கும், ஆராய்ச்சிக்கும் இந்தத் தனிம வரிசை அட்டவணை பெரிதும் பயன்படு கிறது.

இந்த நீள் வடிவ தனிம அட்டவணை, நுண்ணிய வேதியியல் அறிவிற்கு ஒரு மறைநூல் (Bible) எனக் கூறின் அது மிகையாகாது.

## வினாக்கள்

1. தனிம மும்மைகள் என்றால் என்ன? இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக.

2. எண்ம விதியை விளக்குக.
3. 'தனிம வரிசை விதி' - இது முதலில் கூறப்பட்ட முறை யாது?
4. நீள்வடிவ தனிம வரிசை அட்டவணையை விளக்குக.
5. மெண்டலீஃப்பின் தனிம வரிசையின் சிறப்புக் கூறுகளை அட்டவணையில் விவரிக்க.
6. புதிய தனிமங்களைக் கண்டறிய மெண்டலீஃப்பின் தனிம வரிசை அட்டவணை எவ்வாறு உதவியது?
7. VII B தொகுதி தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகளை கூறுக.

## 11. கதிரியக்கமும், ஐசோடோப்புகளும்

### 1. கதிரியக்கம்

சில தனிமங்கள், ஆற்றல் மிக்க கதிர்வீச்சுகளை (Radiations) உமிழும் தன்மை பெற்றவை. இக்கதிர் வீச்சுகள், காகித அட்டை மெல்லிய அலுமினியத் தகடுகள் போன்ற ஒளி புகாப் பொருள்களையும் எளிதில் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியவை.

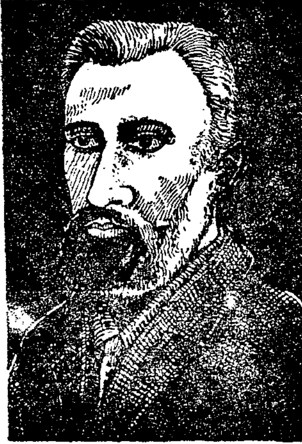
இவ்விதம், ஆற்றல் மிக்க கதிர்வீச்சுகளைத் தாமாகவே வெளியிடும் தனிமங்களைக் **கதிரியக்கத் தனிமங்கள்** (Radio active elements) என்று அழைக்கிறோம்.

அணு எண் 84 உடைய பொலோனியமும், தனிம வரிசை அட்டவணையில் அதனை அடுத்துவரும் தனிமங்களும் கதிரியக்கத் தன்மை உடையன.

**கதிரியக்கத்தின் கண்டுபிடிப்பு**

ஹென்றி பெக்கரல் (Henri Becquerel) என்பவரே இந்தக் கதிரியக்கப் பண்பை தற்செயலாகக் கண்டு பிடித்தார். யுரேனியம் என்னும் தனிமத்தின் சேர்மங் களிலிருந்து வெளியாகும் கதிர்வீச்சுகள், தனது மேஜை அறையில் ஒளிபுக முடியாதபடி மூடிவைக்கப்பட்டிருந்த புகைப்படத் தகடுகளை பாதிப்பதை அவர் கண்டறிந் தார். எனவே, ஒளிபுகாப் பொருளையும் ஊடுருவிச் செல்லக் கூடிய கதிர்கள் யுரேனியத்திலிருந்து வெளியா கின்றன என்பது புலனாயிற்று.

யுரேனியத்தின் தாது பிட்ச் பிளெண்ட் (Pitch blende) என்பதாகும். இது யுரேனியத்தைவிட





படம் 11-1.

பியரி கியூரி மேரி கியூரி

அதிக கதிரியக்கம் உடையது என்பதை 1898-ல் பியரி கியூரி (Pierre Curie), அவருடைய மனைவி மேரி கியூரி (Marie Curie) ஆகிய இருவரும் தங்கள் ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் கண்டறிந்தனர்.

அவர்களது தளரா முயற்சியால் யுரேனியத் தாதுவிலிருந்து இரண்டு புதிய சக்தி வாய்ந்த கதிர் இயக்கத் தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவை (1) பொலோனியம் (Polonium) (2) ரேடியம் (Radium) என்பனவாகும்.

இதுவரை, ஏறத்தாழ 700 கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் 50 ஐசோடோப்புகள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. மற்றவை, செயற்கை முறைகளால் பெறப்படுகின்றன.

**கதிர்வீச்சு**

கதிரியக்கத் தனிமத்திலிருந்து வெளியாகும் கதிர்வீச்சுகள், அப்பொருள்களின் வெப்பநிலை, அழுத்தம், இயைபு போன்றவற்றால் சிறிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

வெளிவரும் கதிர்கள் புகைப்படத் தகடுகளைப் பாதிக்கின்றன. வாயுக்கள் வழியாகப் பாய்ந்து செல்லும்போது, அவ்வாயு மூலக்கூறுகளை அயனிகளாகப் பிரிக்கின்றன.

உயிருள்ள செல்களை இக்கதிர்கள் அழித்து விடுகின்றன.

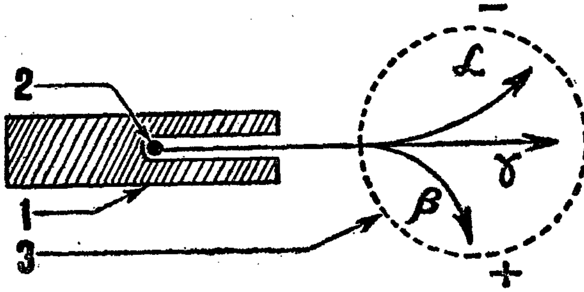
**கதிர்வீச்சு கதிர்களின் பண்புகள்**

காரீயத்தால் ஆன ஓர் உலோகத் துண்டில் உள்ள ஆழமான துளையில் ஒரு கதிர்வீச்சுப் பொருள் வைக்கப்பட்டால், அத்துளை மூலமே இக்கதிர்கள் வெளிப்படுகின்றன. மற்ற திசைகளில் செல்லுவதை காரீயக் கலன் தடுத்துவிடுகிறது.

இக்கதிர்களை ஒரு காந்தப்புலத்தின் வழியாக செலுத்தும்போது அவை மூன்று திசைகளில் பிரிந்து

செல்லுவதால், கதிர்வீச்சின்போது, மூன்று வகையான கதிர்கள் உண்டாகின்றன என அறியலாம்.

அவை 1. ஆல்ஃபாக் கதிர்கள்
2. பீட்டாக் கதிர்கள்
3. காமா கதிர்கள்




படம் 11-2.
கதிரியக்கம்

1. காரீயக் கலன் 2. கதிரியக்க ஐசோடோப்பு 3. காந்தப்புலம்

## (1) ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் (α-Rays)

இவை காந்தப்புலத்தில் சிறிது வளைந்து செல்கின்றன. இவை, இரண்டு அலகு நேர் மின் சுமையுடைய துகள்கள் என கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

இத்துகள்கள் ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு புரோட்டான்களும், இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. எனவே, ஆல்ஃபாக் கதிர்களை, இரண்டு எலெக்ட்ரான்களும் நீக்கப்பட்ட ஹீலியம் அணுவின் உட்கருவாகக் கருதலாம்.

இந்த ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் பொருள்களைச் சிறிதளவே ஊடுருவும் திறன் உடையன.

### (2) பீட்டாக் கதிர்கள் ($\beta$-Rays)

காந்தப்புலத்தின் வழியாகப் பாயும்போது, இவை ஆல்ஃபாக் கதிர்களுக்கு எதிர்திசையில் அதிக அளவு வளைந்து செல்கின்றன. இவை, ஓர் அலகு (Unit) எதிர் மின்சுமையுடைய எலெக்ட்ரான்களால் ஆனவை. இந்த பீட்டாக் கதிர்களின் ஊடுருவும் திறன், ஆல்ஃபாக் கதிர்களின் ஊடுருவும் திறனைப் போன்று 100 மடங்கு இருக்கும்.

### (3) காமா கதிர்கள் ($\gamma$-Rays)

காமா கதிர்கள் காந்தப் புலத்தினால் பாதிக்கப் படுவதில்லை. இக்கதிர்களில் மின்சுமை ஏதுமில்லை. இந்தக் கதிர்களின் வேகம் ஒளியின் வேகத்திற்குச் சமம்.

காமா கதிர்கள் X-கதிர்களைவிட அதிகமாக ஊடுருவிச் செல்லும் திறன் உடையவை. 50 செமீ. தடிப்புள்ள அலுமினியத் தகட்டின் மூலமாக காமா கதிர்கள் எளிதில் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியவை.

ஒரு கதிர் வீச்சு தனிமத்தின் உட்கருவிலிருந்து ஓர் ஆல்ஃபாக் கதிர் வெளியானால் நான்கு பொருண்மை அலகும், இரண்டு அணு எண்களும் குறைந்த ஒரு புதிய தனிமம் உருவாகிறது.

மாறாக, பீட்டாக் கதிர் வெளியாகும்போது அதே பொருண்மையுடைய, ஆனால் அணு எண் ஒன்று அதிகமாக-உள்ள ஒரு புதிய தனிமம் உருவாகிறது.

காமாக் கதிர்கள் வெளியாவதால் புதிய தனிமம் ஏதும் உருவாவதில்லை.

கதிர்வீச்சு நிகழும்போது, ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாக் கதிர்களை தொடர்ந்தே, காமா கதிர்கள் வெளியாகின்றன.

## 2. ஐசோடோப்புகள்

ஒரு தனிமத்தின் அணுக்களில், மையத்தில் உட்கருவும், இந்த உட்கருவைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான்களும் அமைந்துள்ளன என்று படித்தோம். இந்த அணு உட்கருவில் நேர் மின்சுமையுடைய புரோட்டான்களும், மின்சுமையற்ற நியூட்ரான்களும் உள்ளன. ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்தின் எல்லா வகை அணுக்களிலும், ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள புரோட்டான்கள் உள்ளன. ஆனால் அவற்றிலுள்ள நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடலாம். இக் காரணம் பற்றியே ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கள் அனைத்தும் ஒரே பொருண்மை (Mass) உடையனவாக இருப்பதில்லை.

**இவ்விதம், வெவ்வேறு பொருண்மை உடைய ஒரே தனிமத்தின் பலவகை அணுக்களை, அந்த தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகள் (Isotopes) என்கிறோம்.**

தனிமங்கள் பலவற்றில் நாம் ஐசோடோப்புகள் இருப்பதைக் காணலாம்.

### ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகள்

ஹைட்ரஜனுக்கு மூன்று ஐசோடோப்புகள் உள்ளன:

### (1) புரோட்டியம் (Protium)

இதுவே சாதாரண ஹைட்ரஜன் ஆகும். ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கும் ஹைட்ரஜனின் பெரும்பகுதி (99.985%) இவ்வகை அணுக்களாலேயே ஆனது. இதன் உட்கருவில் ஒரு புரோட்டானும், அதைச் சுற்றி ஓர் எலெக்ட்ரானும் உள்ளன.

(2) டியூட்டீரியம் (Deuterium)

இதையே, கன ஹைட்ரஜன் (Heavy hydrogen) என்று அழைக்கிறோம். இது, ஹைட்ரஜன் வாயுவில் மிகச் சிறிதளவே (0.015%) உள்ளது. இந்த கன ஹைட்ரஜனைக் கொண்ட நீரைக் கன நீர் (Heavy water) என்கிறோம். கன நீர், அணு சக்தியை உரு வாக்கும் அணு உலைகளில் (Atomic reactors) பயன் படுத்தப்படுகிறது.

இந்த கன ஹைட்ரஜன் அணுவின் உட்கருவில், ஒரு புரோட்டானும், ஒரு நியூட்ரானும் உள்ளன. உட்கருவைச் சுற்றி ஓர் எலெக்ட்ரான் உள்ளது.

(3) டிரைட்டியம் (Tritium)

இது கதிரியக்கத்தன்மை உடைய ஐசோடோப்பு ஆகும். இது ஆற்றல் மிகுந்த பீட்டா கதிர்களை வெளியிடக் கூடியது.

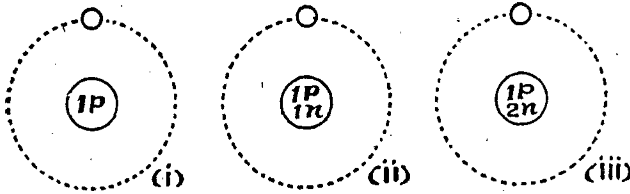
இதன் உட்கருவில் ஒரு புரோட்டானும், இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. உட்கருவைச் சுற்றி ஓர் எலெக்ட்ரான் உள்ளது.

இவை மூன்றிலும் உள்ள நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகிறது.

இதையே கீழ்காணும் அட்டவணையில் காண் கிறோம்.

| ஐசோடோப்பு | எலெக்ட் ரான் | புரோட் டான் | நியூட்ரான் |
|---|---|---|---|
| புரோட்டியம் | 1 | 1 | 0 |
| டியூட்டீரியம் | 1 | 1 | 1 |
| ட்ரைட்டியம் | 1 | 1 | 2 |

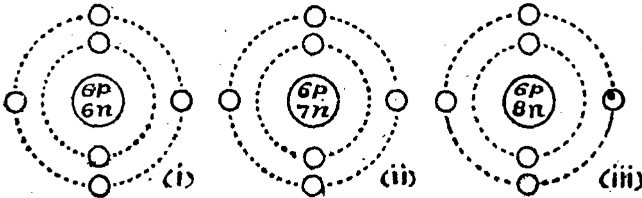
இந்த மூன்று ஐசோடோப்புகளின் அமைப்புகள் படத்தில் சித்தரிக்கப்பட்டுள்ளன.




படம் 11-3.
ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகள்
(i) புரோட்டியம் (ii) டியூட்டீரியம் (iii) ட்ரைட்டியம்

**கார்பன் ஐசோடோப்புகள்**

ஹைட்ரஜனைப் போன்ற பல தனிமங்களில், ஐசோடோப்புகளைக் காண்கிறோம். இயற்கை ஐசோடோப்புகளைவிட, செயற்கை ஐசோடோப்புகள் ஏராளமாக உள்ளன. வெள்ளீயத்திற்கு 12 ஐசோடோப்புகள் உள்ளன.




படம் 11-4.
கார்பனின் ஐசோடோப்புகள்
(i) கார்பன்-12 (ii) கார்பன்-13 (iii) கார்பன்-14

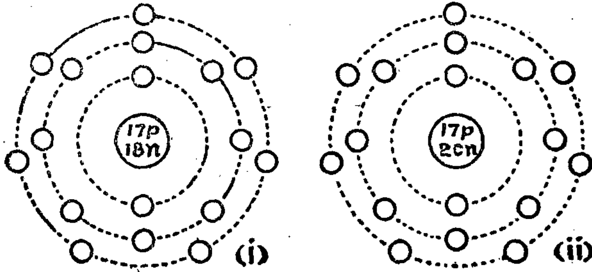
கார்பனின் மூன்று முக்கிய ஐசோடோப்புகள் கார்பன்-12, கார்பன்-13, கார்பன்-14 ஆகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் நிலக்கரி, மரம் போன்ற கரிமப்பொருள்களில் இருப்பது கார்பன்-12 ஆகும்.

இது பெருமளவில் (98.89%) உள்ளது. கார்பன்-13 மிகச் சிறிதளவே (1.11%) உள்ளது. கார்பன்-14 கதிரியக்கத் தன்மை உடையது.

இந்த மூன்று கார்பன் ஐசோடோப்புகளிலும் 6 புரோட்டான்களும், 6 எலெக்ட்ரான்களும் உள்ளன. அவற்றில் உள்ள நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை முறையே 6, 7, 8 ஆகும்.

### குளோரின் - ஐசோடோப்புகள்

குளோரின் வாயுவை ஆராய்ந்து பார்த்தால் அதில் இரு வகை ஐசோடோப்புகள் உள்ளன. அவை குளோரின்-35, குளோரின்-37 என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் அணுக்களில்




படம் 11-5.
குளோரினுடைய ஐசோடோப்புகள்
(i) குளோரின்-35 (ii) குளோரின்-37

17 எலெக்ட்ரான்களும், 17 புரோட்டான்களும் உள்ளன. குளோரின்-35ன் உட்கருவில் 18 நியூட்ரான்களும், குளோரின்-37ன் உட்கருவில் 20 நியூட்ரான்களும் உள்ளன.

### கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள்

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் வேதியியல், உயிரியல், மருத்துவம், வேளாண்மை, தொழில்துறை

போன்ற பல துறைகளில் பெருமளவு பயன்படு கின்றன.

தாவரங்களில் ஏற்படும் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது பச்சையத்தின் உதவியால், கார்பன் டைஆக்சைடும் நீரும் ஸ்டார்ச்சாக மாறும் முறையினை நன்கு அறிய கார்பன்-12 ஐசோடோப்பு பயன்படுகிறது.

நமது கழுத்துப் பகுதியில் தைராயிடு சுரப்பி உள்ளது. இதில் அயோடின் சத்து குறைந்தால், அது வீக்கமடைந்து முன் கழுத்துக் கழலை (Goitre) என்ற நோய் உண்டாகிறது. இந்நோயைக் குணப்படுத்த அயோடின்-131 ஐசோடோப்பு பயன் படுகிறது. புற்றுநோயைக் குணப்படுத்த கோபால்ட்-60 என்ற ஐசோடோப்பு பயன்படுகிறது.

இன்றைய உலகம் அணுசக்தி உலகமாகி வருகிறது. அணுசக்தியை மனிதன் பல ஆக்க வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்த முயற்சிகள் செய்து வர ஆரம்பித்து விட்டான். அணுசக்தி தயாரிக்க யுரேனியம்-235, புளூ டோனியம்-239 போன்ற கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. இந்தியாவில், அணுமின் நிலையங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பம்பாய் அருகே உள்ள தாராப்பூர், ராஜஸ்தானில் உள்ள ரானாபிரதாப்சாகர், தமிழ்நாட்டில் உள்ள கல்பாக்கம் ஆகிய இடங்களில் அணுசக்தியிலிருந்து மின்னாற்றலைத் தரக்கூடிய மின் நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

## வினாக்கள்

1. கதிரியக்கத் தனிமங்கள் என்பவை யாவை?
2. கதிரியக்கத்தைக் கண்டுபிடித்தவர் யார்?
3. யுரேனியத்தின் தாது என்ன?

4. கியூரி தம்பதியர் கண்டுபிடித்த இரு கதிரியக்கத் தனிமங்கள் யாவை?

5. கதிர்வீச்சின்போது வெளியாகும் கதிர்கள் யாவை?

6. ஆல்ஃபாக் கதிர்களின் பண்புகள் யாவை?

7. காந்தப்புலத்தால் பாதிக்கப்படாத கதிர்கள் யாவை?

8. ஐசோடோப்புகள் என்பவை யாவை?

9. ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகள் யாவை?

10. வெள்ளீயத்திற்கு எத்தனை ஐசோடோப்புகள் உள்ளன?

11. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் பயன்கள் யாவை?

12. 'முன்கழுத்துக் கழலை' என்ற நோய் ஏன் உண்டாகிறது? இதை எவ்வாறு குணப் படுத்தலாம்?

13. இந்தியாவில் அணு மின் நிலையங்கள் எங்குள்ளன?

14. அணுசக்தியை தயாரிக்கப் பயன்படும் இரு கதிரியக்கத் தனிமங்கள் யாவை?

### தெரிந்துகொள்

கதிரியக்கத்தை அளக்கவும், கண்டறியவும் கெய்கர் (Geiger) கருவியை பயன்படுத்துகிறோம்.

பகுதி III

# உயிரியல்

## (அ) உயிரிகளின் வேறுபாடுகள்

### 1. உயிரிகளின் வேறுபாடுகள்

நீ உன் சூழ்நிலையை உற்றுப்பார். அதில் பாறை, கல், மண், கட்டடம், செடி, மரம், பூனை, நாய் முதலியவற்றைக் காண்பாய். பாறை, கல், மண், கட்டடம் ஆகியவற்றை உயிரற்றவை என்றும், செடி, கொடி, மரம், பூனை, நாய் முதலியனவற்றை உயிர் உள்ளவை என்றும் கூறுகிறோம். ஏன்? செடி, கொடி, மரம், பூனை, நாய் முதலியன உணவு உட்கொள்ளு கின்றன; சுவாசிக்கின்றன; இயக்கம் செய்கின்றன; இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன; இவற்றுக்கு உணர் திறன் உண்டு. இப்பண்புகள் உயிருள்ள பொருள் களுக்கு மட்டுமே உண்டு. பாறை, கல், கட்டடம் போன்றவற்றிற்கு இப்பண்புகள் இல்லாததால் அவற்றை உயிரற்றவை என்கிறோம். உயிருள்ளவை களைப் பற்றிக் கூறும் அறிவியலுக்கு **உயிரியல்** என்பது பெயர்.

**நுண்ணுயிரிகள்**

வெற்றுக் கண்ணுக்குப் புலப்படாத மிகச்சிறு உயிரிகளை **நுண்ணுயிரிகள்** என்கிறோம். இவற்றை நுண்ணோக்கிகள் மூலமாகத்தான் நாம் பார்க்க முடியும். இவை இல்லாத இடமே இல்லை எனலாம். நீரிலும், நிலத்திலும், காற்று வெளியிலும் இவை நிறைந்

திருக்கின்றன. பாக்டீரியாக்கள், ஈஸ்ட்டுகள் என்பன சில முக்கியமான நுண்ணுயிரிகள் ஆகும். நுண்ணுயிரிகளின் அளவை 'மைக்ரான்' (Micron) என்னும் அலகால் குறிப்பிடலாம். மைக்ரான் என்பதை μ (மியூ) என்னும் குறியீட்டால் குறிப்பிடலாம். ஒரு மைக்ரான் என்பது ஒரு மில்லி மீட்டரில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு ஆகும். மிகச் சிறிய பாக்டீரியம் 1/10 μ நீளமுடையது. ஒரு சொட்டு நீரில் ஆயிரக்கணக்கான பாக்டீரியங்கள் காணப்படுகின்றன எனில் அவற்றின் அளவு பற்றிக் கூறவும் வேண்டுமோ?

**தாவரங்கள்**

உன்னைச் சுற்றிலுமுள்ள தாவரங்களைக் கவனி. மா, பலா, ஆல், அரசு, அரளி, செம்பருத்தி, கத்தரி, தக்காளி, வெண்டை முதலிய தாவரங்கள் காணப்படு கின்றன. மா, பலா, ஆல், அரசு போன்றவை மிகவும் உயரமாகவும், தடித்த கனமான தண்டுடனும், கிளை களுடனும் காணப்படுகின்றன. இவற்றை **மரங்கள்** என்கிறோம்.

அரளி, செம்பருத்தி போன்றவை அடர்த்தியாக வும், புதர் போலவும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் ஏறத்தாழ ஒரேயளவான பல தண்டுகள் நிலத்தின் மட்டத்திலிருந்து ஒரு கொத்தாக வளருகின்றன. இவற்றைப் **புதர்ச்செடிகள்** என்கிறோம்.

கத்தரி, தக்காளி, வெண்டை முதலியவை அளவிற் சிறியனவாகக் காணப்படுகின்றன. தண்டுகள் மென்மை யாக உள்ளன. இவற்றைச் **செடிகள்** என்கிறோம். இவையேயன்றி அவரை, புடலை, பூசணி, பீர்க்கன், பாகல், சுரை போன்றவை வீடுகளின் மீதோ, தரை யிலோ படர்ந்திருப்பதைக் கவனித்திருக்கிறீர்களா? **இவற்றைக் கொடிகள் என்கிறோம்.**

**விலங்குகள்**

உன்னைச் சுற்றிலுமுள்ள விலங்குகளைக் கவனி. ஆடு, மாடு, குதிரை, நாய், பூனை, காகம், பருந்து, புறா, ஓணான், பல்லி, பாம்பு, தவளை, மீன் முதலியவற்றைக் காண்பாய். மீன்கள் நீரில் மட்டும் வாழுகின்றன. இவற்றை **நீர்வாழ்வன** என்கிறோம். தவளை, நீரிலும் நிலத்திலும் வாழ்கின்றது. இதனை **நீர்நில வாழ்வன** என்கிறோம். பல்லி, பாம்பு போன்றவை ஊர்ந்து செல்கின்றன. இவற்றை **ஊர்வன** என்று கூறுகிறோம். காகம், பருந்து, புறா முதலியன இறக்கைகளைப் பெற்றுள்ளதால் அவை பறக்கின்றன. இவற்றைப் **பறவைகள்** என்கிறோம். மேற்கண்ட விலங்குகள் முட்டையிட்டு அதன்மூலம் இனவிருத்தி செய்கின்றன. ஆடு, மாடு, குதிரை, நாய், பூனை முதலியன குட்டி போட்டு பாலூட்டுகின்றன. இவற்றைப் **பாலூட்டிகள்** என்கிறோம்.

**தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்குமுள்ள வேறுபாடுகள்**

ஆடு, மாடு, மான் முதலியவை உணவு உட்கொள்வதைப் பார். அவை எவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன? தாவரங்களை உணவாகக் கொள்கின்றன. சிங்கம், புலி முதலிய வனவிலங்குகள் ஆடு, மாடு, மான் முதலியவற்றை உண்ணுகின்றன. இவ்வாறு விலங்குகள் உணவுக்குத் தாவரங்களை நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ சார்ந்து இருக்கின்றன. ஆனால் தாவரங்களோ தம்மிடமுள்ள பச்சையத்தின் துணையோடு சூரிய ஒளி, கார்பன் டைஆக்சைடு, நீர் முதலியவற்றை இணைத்து ஸ்டார்ச்சு என்னும் உணவுப்பொருளைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்கின்றன.

பெரும்பாலான விலங்குகள் ஓரிடத்திலும் நிலையாக நிற்காமல் ஓடுவதையும், குதிப்பதையும், நடப்ப

தையும் கவனி. ஆனால் தாவரங்களோ, ஒரே இடத்தில் நிலையாக வாழ்கின்றன. இடம்விட்டு இடம் நகருவதில்லை.

நாய்க்குட்டி, பூனைக்குட்டி முதலியவை வளர்வதைப் பார்த்து இருக்கிறாயா? அவை தொடர்ந்து வளரா. ஒரு குறிப்பிட்ட வயது வரையும் குறிப்பிட்ட அளவே வளரும். இதனை **வரம்புடை வளர்ச்சி** என்கிறோம்.

விலங்குகளில் உணவு செரித்தல், சுவாசித்தல், இரத்த ஓட்டம் முதலியவை ஒவ்வொன்றும் நடைபெற குறிப்பிட்ட மண்டலங்கள் காணப்படுகின்றன. தாவரங்களில் இத்தகைய மண்டலங்கள் இல்லை.

**மனித இனம்**

மனித இனம் விலங்குத் தொகுப்பைச் சார்ந்ததாகும். இவ்வினம் பல வகையிலும் பாலூட்டிகளை ஒத்துள்ளது. எனினும் சில தன்மைகளில் அவை வேறுபடுவதால் அவை தனித்துக் காணப்படுகின்றன. மனிதர்கள் இரண்டு கால்களில் நிமிர்ந்து நிற்கின்றனர். நடக்கின்றனர். இரண்டு கைகளால் பல தொழில்களையும் செய்கின்றனர். மனித இனத்திற்குச் சிந்தனைத் திறனும் பகுத்தறிவும் மிகுதியாக உள்ளன.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. உயிரியல் என்பது யாது?
2. உயிருள்ளவற்றின் பண்புகள் யாவை?
3. நுண்ணுயிரிகள் எனப்படுவன எவை?
4. நுண்ணுயிரிகளின் அளவைக் குறிப்பிட உதவும் அலகு யாது?

5. மைக்ரான் என்பது யாது?
6. மரங்கள் எனப்படுவன எவை?
7. புதர்ச்செடிகள் எனப்படுவன எவை?
8. செடிகள் எனப்படுவன எவை?
9. கொடிகள் எனப்படுவன எவை?
10. நீர்வாழ்வன எனப்படுபவை எவை?
11. நீர்நில வாழ்வன எனப்படுவன எவை?
12. பறவைகள் எனப்படுவன எவை?
13. பாலூட்டிகள் எனப்படுவன எவை?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்குமுள்ள வேறு பாடுகளை விளக்குக.
2. மனித இனத்தைப்பற்றி நீவிர் அறிந்தன வற்றைத் தொகுத்து எழுதுக.

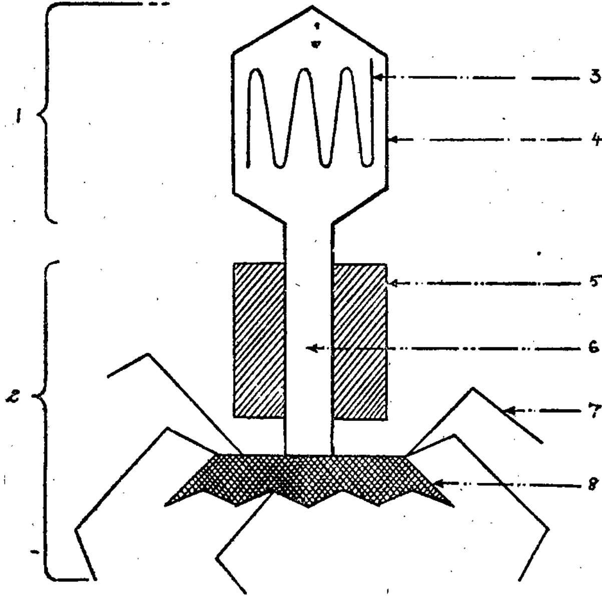
## 2. வைரசும் நுண்ணுயிரிகளும்

### வைரஸ்கள்

வைரஸ் என்னும் இலத்தீன் மொழிச் சொல்லுக்கு விஷம் என்று பொருள். இவை அளவில் மிகச்சிறியன வாகும். இவற்றை மின்னணு நுண்ணோக்கி மூலமே காணமுடியும். இவை தாவரங்களையும் விலங்கு களையும் மட்டுமின்றி பாக்டீரியங்களையும் பாதிக் கின்றன. பாக்டீரியாவைத் தாக்கும் வைரஸ்களுக்கு பாக்டீரியக் கொல்லிகள் அல்லது பாக்டீரியோபேஜ்கள் என்று பெயர்.

ஒரு வைரஸின் அமைப்பைத் தெரிந்துகொள்ள பாக்டீரியக் கொல்லியின் அமைப்பைக் காணலாம். இது

தலைப்பகுதி, வால்பகுதி என இருபகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. தலைப்பகுதி பலபக்க வடிவிலும், வால் பகுதி குழல் வடிவிலும் உள்ளது. வால்பகுதியின் நுனியில் ஒட்டு இழைகள் உள்ளன. இப்பகுதிகள் புரோட்டீனா




படம் 2-1.
பாக்டீரியக் கொல்லி

1. தலைப் பகுதி 2. வால் பகுதி 3. D.N.A.
4. தலை 5. புரோட்டீன் உறை 6. கழுத்து
7. ஒட்டு இழை 8. அடித்தட்டு

லானவை. தலைப்பகுதியின் உள்ளே மரபுப் பொருளாகிய D.N.A. உள்ளது. இதுபோல எல்லா வைரஸ்களிலும் நியூக்ளிக் அமிலமும் அதைச்சூழ்ந்து புரோட்டீனாலான உறையும் உள்ளது.

வடிவத்தில் தாவர வைரஸ்கள், குச்சி அல்லது பல பக்க வடிவைக் கொண்டுள்ளன. விலங்கு வைரஸ்கள்

உருண்டையாகவோ, முட்டைபோன்றோ, செங்கல் போன்றோ, பலபக்க வடிவிலோ உள்ளன.

**வைரஸ் நோய்கள்**

வைரஸ்கள் தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் பல நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. தாவரங்களில் புகையிலைப் பலவண்ண நோய், முட்டைக் கோஸ் கருவளைய நோய் போன்ற நோய்களுக்கு வைரஸ்களே காரணம். மனிதர்களுக்கு உண்டாகும் பெரியம்மை, பொன்னுக்கு வீங்கி, நீர்க்கோப்பு, இளம்பிள்ளைவாதம் முதலிய நோய்கள் வைரஸ்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கோமாரி நோய் கால்நடைகளுக்கு உண்டாகும் ஒரு வைரஸ் நோயாகும்.

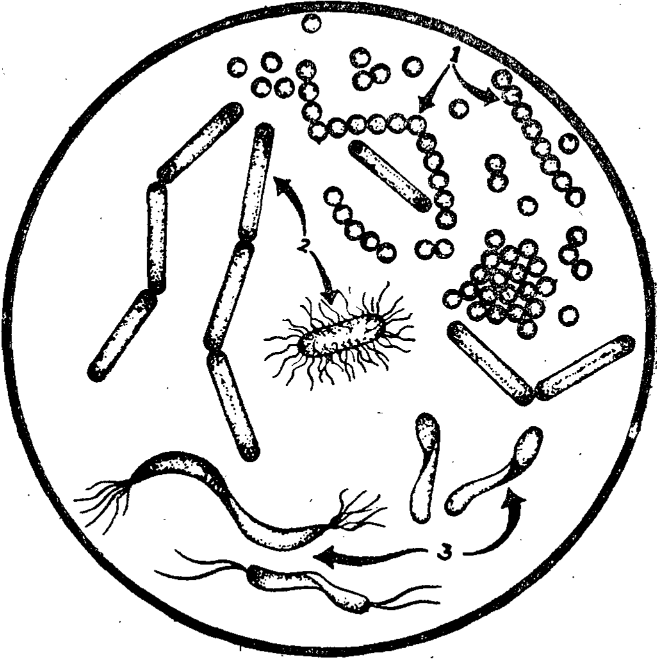
**பாக்டீரியா**

பாக்டீரியங்கள் வைரஸ்களைவிட சற்றுப் பெரிய நுண்ணுயிரிகள் ஆகும். இவை எங்கும் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் சில உயிருள்ள தாவரங்கள் விலங்குகளைச் சார்ந்து வாழ்கின்றன. அவற்றை **ஒட்டுண்ணிகள்** என்று கூறுகிறோம். இறந்த தாவர, விலங்கு பொருள்கள்மீது வாழ்வனவற்றைச் **சாருண்ணிகள்** என்று கூறுகிறோம்.

**உடலமைப்பு**

பாக்டீரியங்கள் ஒரு செல்லாலான நுண்ணுயிரிகள் ஆகும். இவற்றின் செல்சுவர் புரோட்டீன், பாலிசேக்கரைடுகள், லிப்பிடுகள் முதலியவற்றால் ஆனது. மிகவும் உறுதியானது. சில பாக்டீரியங்களில் செல் சுவரைச் சூழ்ந்து 'காப்சூல்' என்னும் வெளி உறை இருக்கலாம். இச்செல்சுவருக்குள் சைட்டோப்பிளாசமும் நியூக்ளியஸ் பொருளும் காணப்படுகின்றன. பாக்டீரியங்களில் கசையிழைகள் உள்ளவையும், கசை

யிழைகள் அற்றவையும் உண்டு. கசையிழைகள் அவற்றின் இயக்கத்திற்கு உதவுகின்றன.




படம் 2-2.
பாக்டீரியங்கள்
1. கோள வடிவமானவை 2. கோல் வடிவமானவை
3. சுருள் வடிவமானவை

### பாக்டீரியங்களின் நன்மைகளும் தீமைகளும்

#### நன்மைகள்

பி காம்ப்ளெக்ஸ் என்னும் வைட்டமின் வில்லைக்களைப்பற்றி நீ கேள்விப்பட்டிருக்கிறாயா? அதில் பி.12 என்னும் வைட்டமினும் அடங்கும். இது மனிதனுக்கு ஏற்படும் ஒருவகை இரத்தசோகை நோய்க்கு அருமருந்தாகும். இதனைத் தயாரிக்க பாக்டீரியா உதவுகிறது. வெண்ணெய், பாலடைக்கட்டி (Cheese),

வினிகர், லாக்டிக் அமிலம் இவற்றைத் தயாரிக்க, பாக்டீரியங்கள் உதவுகின்றன.

அகத்தி, கொழிஞ்சி, முதலிய தாவர வேர்களில் வேர் முண்டுகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிலுள்ள பாக்டீரியா காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனையும், வேரிலுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டையும் பயன்படுத்தி நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களைத் தயாரிக்கிறது. தோல் பதனிடும் தொழிலிலும், நார் தயாரிக்கும் தொழிலிலும் பாக்டீரியா பயன்படுகிறது. நிலத்தில் வாழும் சில பாக்டீரியங்கள தாவரங்கள், விலங்குகள், இவற்றின் அழிவு மற்றும் கழிவுப் பொருள்களை மட்கச் செய்து, நைட்ரேட் போன்ற பொருள்களாக மாற்றுகின்றன. இதனால் கழிவுப் பொருள்கள் அகற்றப்படுவதுடன் நிலமும் செழிப்படைகிறது.

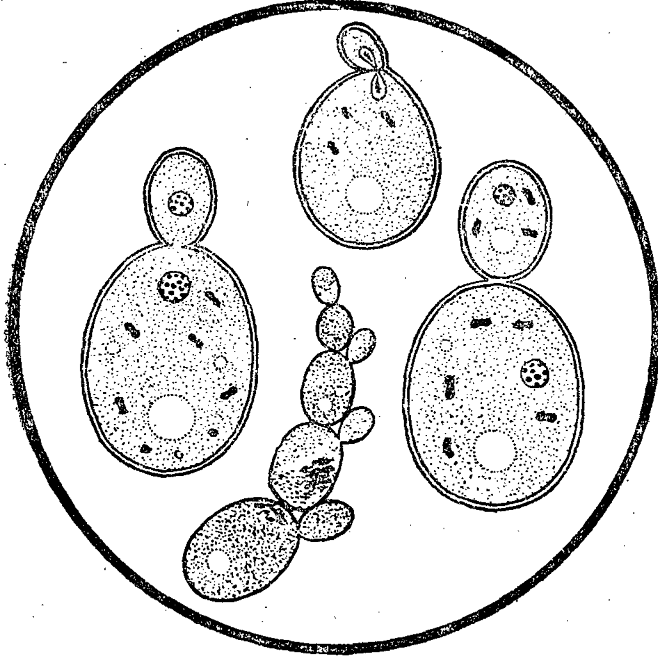
**தீமைகள்**

மனிதர்களுக்கும், மற்ற விலங்குகளுக்கும், தாவரங்களுக்கும் பல நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றால் டைபாய்டு, காலரா, டிப்தீரியா, டெட்டனஸ் முதலிய நோய்கள் மனிதனுக்கும், ஆந்தராக்ஸ் என்னும் கொடிய நோய் கால்நடைகளுக்கும், கொலை நோய் (Blight disease) திட்டுநோய் (Canker disease) புள்ளிநோய் (Spot disease) முதலிய நோய்கள் தாவரங்களுக்கும் உண்டாகின்றன.

பாக்டீரியங்களாலும் வைரஸ்களாலும் உண்டாக்கப்படும் நோய்களில் பெரும்பான்மையானவற்றை ஆரோக்கியமான பழக்க வழக்கங்களாலும், உணவுப் பொருள்கள், குடிநீர் ஆகியவற்றைக் கிருமி நீக்கம் செய்வதன் மூலமும். நோய்க்கிருமிகளைப் பரப்பும் எலி போன்ற விலங்குகளை அழிப்பதாலும் கட்டுப்படுத்தலாம். தொற்று நோய்களுக்கு எதிரான தடுப்பு ஊசி போட்டுக் கொள்வதும் முக்கியமானது ஆகும். பல

நாடுகளில் பள்ளிச் சிறுவர்களுக்கு பெரியம்மை, டிப்தீரியா, டெட்டனஸ், கக்குவான் இருமல், போலியோ இவற்றிற்கு எதிரான தடுப்பு ஊசிகள் வழக்கமாகப் போடப்படுகின்றன. தற்போது தட்டம்மைக்கு எதிராகவும் தடுப்பு ஊசி போடப்பட்டு வருகிறது. சில நோய்களுக்குத் தடுப்பு ஊசிகள் இல்லாதிருப்பினும் அவற்றைக் குணப்படுத்த பெனிசிலின், ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் போன்ற எதிர் உயிரி (Antibiotics) மருந்துகள் உள்ளன.

## ஈஸ்ட்டுகள்



படம் 2-3. ஈஸ்ட்டுகள்

**அமைப்பு:** இது பூஞ்சை வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் உடலும் ஒரு செல்லால் ஆனது. இதற்கு செல்சுவர்

உண்டு. செல்சுவர் கார்போஹைட்ரேட்டுகளாலும் பாஸ்பரஸ் கூட்டுப் பொருள்களாலும் ஆனது. செல் சுவரினுள் சைட்டோப்பிளாசம் உள்ளது. செல்லில் ஒரு நியூக்ளியஸ் காணப்படுகிறது. அதனையொட்டி ஒரு வாக்குவோலும் உள்ளது.

**ஈஸ்ட்டுகளின் நன்மைகள்**

இவை சர்க்கரைப் பொருளை நொதிக்கச்செய்து ஆல்கஹாலையும் கார்பன் டைஆக்சைடு வாயுவையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இதனால் ஈஸ்ட்டு, ரொட்டி தயாரிக்க உதவுகின்றது.

புதிய ரொட்டி மிருதுவாகவும் கடற்பஞ்சைப் போன்றும் இருப்பதைப் பார்த்திருக்கிறீர்கள் அல்லவா? ரொட்டிமாவு பிசையும்போது அதனுடன் ஈஸ்ட்டை யும் சேர்த்துப் பிசைகிறார்கள். ஈஸ்ட்டு, மாவை நொதிக்கச்செய்து கார்பன் டைஆக்சைடு வாயுவை வெளிவிடுகிறது. இதுவே ரொட்டியை மிருதுவாக்கு கிறது.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. பாக்டீரியோபேஜ்கள் எனப்படுவன எவை?
2. வைரஸ்கள் உண்டாக்கும் தாவர நோய்கள் எவை?
3. வைரஸ்களால் ஏற்படும் விலங்கு நோய்கள் எவை?
4. வைரஸ்களால் மனிதர்களுக்கு ஏற்படும் நோய்கள் எவை?
5. ஒட்டுண்ணிகள் என்றால் என்ன?
6. எதிர் உயிரிகள் எனப்படுவன எவை?
7. கோமாரி நோய் என்றால் என்ன?

ஆ. **விரிவாக விடையளி**

1. வைரஸின் அமைப்பை விளக்குக.
2. பாக்டீரியாவின் உடலமைப்பைப் படத்துடன் விவரி.
3. பாக்டீரியங்களின் நன்மைகளையும், தீமைகளையும் விவரி.
4. ஈஸ்ட்டுகளின் உடலமைப்பை விளக்குக.

## 13. தாவரங்களின் வேறுபாடுகள்

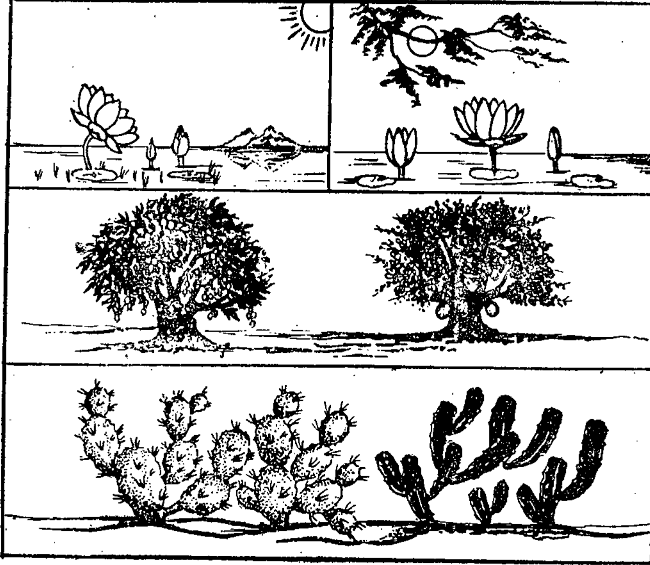
தாவரங்கள் தம்மிடமுள்ள பச்சையத்தின் உதவியால் உணவைத் தயாரிக்கின்றன. தாவரங்கள் எல்லா விலங்குகளுக்கும் நேரிடையாகவோ மறைமுகமாகவோ உணவாகப் பயன்படுகின்றன. தாவரங்கள், அவற்றின் வாழிடம், அளவு, உருவமைப்பு, வாழ்வுக்காலம், ஊட்டமுறை முதலியவற்றில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இவ்வேறுபாடுகளைப் பற்றி இப்பாடத்தில் விரிவாகக் காண்போம்.

### வாழிடம்

தாவரங்கள் வாழுமிடத்தை அவற்றின் வாழிடம் என்கிறோம்.

தாமரை, அல்லி, மா, பலா, தென்னை, வாழை, எருக்கு, சப்பாத்திக்கள்ளி முதலிய தாவரங்களின் வாழிடத்தைக் கவனி. தாமரையும் அல்லியும் நீர் நிலைகளில் மட்டும்தான் காணப்படுகின்றன. இவற்றை **நீர்த் தாவரங்கள்** என்கிறோம். மா, பலா, தென்னை, வாழை முதலியன தோட்டங்களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றை **வளநிலத் தாவரங்கள்** என்கிறோம். எருக்கு,

சப்பாத்திக்கள்ளி முதலியன வறண்ட நிலத்தில் வாழ்கின்றன. இவற்றை **வறண்டநிலத் தாவரங்கள்** என்கிறோம்.



படம் 3-1.

*நீர்த் தாவரங்கள், வள்நிலத் தாவரங்கள், வறண்டநிலத் தாவரங்கள்*

### அளவு

தாவரங்கள் அளவில் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. கண்ணிற்குப் புலனாகாது நுண்ணோக்கிகளால் மட்டுமே காணக்கூடிய தாவரங்கள் உண்டு. உதாரணமாக, கோவில் குளங்களில் நீர் பசுமையாக இருப்பதைப் பார்த்திருக்கிறீர்கள் அல்லவா? இதற்குக் காரணம் அவற்றிலுள்ள பாசியெனும் வகையைச் சேர்ந்த தாவரங்களேயாகும். இவற்றை நுண்ணோக்கிகள் கொண்டே காணமுடியும்.

கிளாமிடோமோனசின் உடலம் ஒரு செல்லால் ஆனது. இந்த ஒரு செல் எல்லா உயிர்ச் செயல்களையும் செய்கிறது. ஆல்காக்களில் ஒரு செல் தாவரங்களும், பல செல் தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உடலம் வேர், தண்டு, இலைகள் முதலிய பிரிவினைகள் அற்று இருப்பதால் அதற்குப் **பகாத் தாவரமேனி** (Thallus) என்று பெயர். பச்சையமின்றி பிற உயிருள்ள அல்லது இறந்த தாவர பொருள்களைச் சார்ந்துள்ளனவற்றைப் **பூஞ்சைகள்** என்கிறோம். இவற்றின் உடலம் மைசீலியங்களால் ஆனது. லிவர்வொர்ட்டுகள் ஈரமான மண்ணிலும் சுவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் உடல் தட்டையாகவோ, நேராகவோ காணப்படுகின்றன. இவற்றுக்கு வேரிழைகள் (Rhizoids) உண்டு. பெரணிகளுக்கு மட்டத் தண்டும், (Rhizome) வேர்களும் உண்டு. இந்த தரைகீழ்த் தண்டிலிருந்து நேரடியாகக் கூட்டிலைகள் தோன்றுகின்றன. ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களுக்கு வேர், தண்டு, இலைகள் உண்டு.

ஆன்ஜியோஸ்பெர்ம்களுக்கு வேர், தண்டு, இலைகள், மலர்கள், கனிகள் முதலியன உண்டு. கண்ணிற்குப் புலனாகும் தாவரங்களை அவற்றின் அளவின் அடிப்படையில் செடிகள், புதர்ச்செடிகள், மரங்கள் எனப் பிரிக்கலாம் என்று முன்னரே படித்தோம் அல்லவா?

**வாழ்வுக்காலம்**

நெல், சோளம் போன்ற தாவரங்கள் ஒரு பருவத்திலேயே முளைத்து, வளர்ந்து, பூத்து, காய்த்து மடிவதைக் கவனி. இவற்றை **ஓராண்டுத் தாவரங்கள்**, என்கிறோம். கேரட் போன்ற தாவரங்களில் முதல் பருவத்தில் செடி வளர்ச்சியடைகிறது. இரண்டாம் பருவத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இத்தகைய தாவரங்களை **ஈராண்டுத் தாவரங்கள்** (Biennials) என்கிறோம். குற்றுமரங்கள், மரங்கள் முதலியன பல ஆண்டுகளுக்கு

நிலத்திலிருந்து மீண்டும் மீண்டும் பூத்துக் காய்ப்பதால் இவற்றைப் **பல்லாண்டுத் தாவரங்கள்** (Perennials) என்கிறோம்.

**வினாக்கள்**

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. வாழிடம் என்றால் என்ன?
2. நீர்த்தாவரங்கள் இரண்டினைக் குறிப்பிடுக.
3. வளநிலத் தாவரங்கள் இரண்டினைக் குறிப்பிடுக.
4. வறண்டநிலத் தாவரங்கள் இரண்டினைக் குறிப்பிடுக.
5. பகாத் தாவரமேனி—விளக்குக.
6. ஓராண்டுத் தாவரங்கள் என்றால் என்ன?
7. ஈராண்டுத் தாவரங்கள் என்றால் என்ன?
8. பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் என்றால் என்ன?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. வாழிடத்தின் அடிப்படையில் தாவரங்களை எவ்வாறு வகைப்படுத்தலாம்?
2. தாவரங்கள் அளவில் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன?
3. வாழ்வுக்காலத்தைப் பொறுத்து தாவரங்கள் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன?

## 4. விலங்குகளின் வேறுபாடுகள்

உன் சூழ்நிலையிலுள்ள விலங்குகளைக் கவனி. அவை வாழிடம், அளவு, வடிவம், உணவுப் பழக்கம், வாழ்வுக்காலம் முதலியவற்றில் வேறுபட்டிருப்பதை அறிவாய்.

**வாழிடம்**

மீன்க்ள் நீரில் வாழ்கின்றன. தவளையினால் நீரிலும், நிலத்திலும் வாழமுடியும். காகங்களும் குருவிகளும் கூடுகளில் வாழ்கின்றன. சிங்கங்களும், புலிகளும் காடுகளிலுள்ள குகைகளில் வாழ்கின்றன. இவ்வாறு விலங்குகள் அவற்றின் வாழிடத்தில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

**அளவு**

விலங்குகளின் அளவு மிக நுண்ணியவற்றிலிருந்து மிகப் பெரியவைவரை உள்ளது. அமீபா ஒருசெல் விலங்கு ஆகும். அதன் நீளம் 200 μ விலிருந்து 600 μ வரை உள்ளது. பெருங்கடலிலுள்ள திமிங்கலங்கள் 30 மீட்டர் நீளமுடையன.

**வடிவம்**

எல்லா விலங்குகளும் ஒரேமாதிரியாகக் காணப் படுகின்றனவா? சில விலங்குகள் வடிவத்தில் ஒழுங்காக உள்ளன. இவை சமச்சீருடையவை எனப்படும். வடிவத்தில் ஒழுங்கற்ற விலங்குகள் சமச்சீரற்றவை எனப்படும். அமீபா ஓர் ஒழுங்கற்ற விலங்கு. மனித உடலின் வடிவத்தைப்பார். அது இடம் வலம் என இருசமபிரிவுகளாக அமைந்துள்ளது. இதற்கு **இருபக்க சமச்சீர்** என்று பெயர். நட்சத்திரமீன் போன்ற சில விலங்குகளின் உடல் எல்லா பாகங்களிலும் சமமாக காணப்படும். இதற்கு **ஆர சமச்சீர்** என்று பெயர். சில ஒருசெல் விலங்குகள் உருளை வடிவுள்ளனவாக இருக்கின்றன. இவற்றை எப்பகுதியிலும் இருசம பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். இதற்கு **உருண்டை சமச்சீர்** என்று பெயர். இது விலங்குகளில் மிக அரிது.

**உணவுப் பழக்கம்**

ஆடு, எருது, பசு முதலியன தாவரங்களை உண்டு வாழ்கின்றன. இவற்றைத் **தாவர உண்ணிகள்** என்

கிறோம். புலி, சிங்கம் போன்ற விலங்குகள் மான் போன்ற பிற விலங்குகளை உணவாகக் கொள் கின்றன. இவற்றை **விலங்குண்ணிகள்** என்கிறோம். நாய், பறவைகள் முதலியன, விலங்குகளையும் தாவரங் களையும் உணவுக்காகச் சார்ந்துள்ளன. இவற்றை **அனைத்துண்ணிகள்** என்கிறோம்.

### வாழ்வுக்காலம்

ஒவ்வொரு விலங்கிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட சராசரி வாழ்வுக்காலம் அமைந்துள்ளது. அது ஒரு நாளிலிருந்து நூறு ஆண்டுகள் அல்லது அதற்கு மேலும் அமைந் துள்ளது. மே பூச்சி என்னும் பூச்சிக்கு வாழ்வுக்காலம் ஒரே நாள்தான். ஆனால் கடல் ஆமைகள் போன்ற விலங்குகள் 150 ஆண்டுகள் வரை வாழ்கின்றன.

## வினாக்கள்

### அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. ஒரு செல் உயிரிக்கு ஓர் உதாரணம் கொடு.
2. சமச்சீருள்ளவை, சமச்சீரற்றவை என்பன எவை?
3. ஆர சமச்சீர், உருண்டை சமச்சீர் என்பன யாவை?
4. தாவர உண்ணி என்பன எவை?
5. விலங்கு உண்ணி என்பன எவை?
6. அனைத்துண்ணி என்பன எவை?

### ஆ. விரிவாக விடையளி

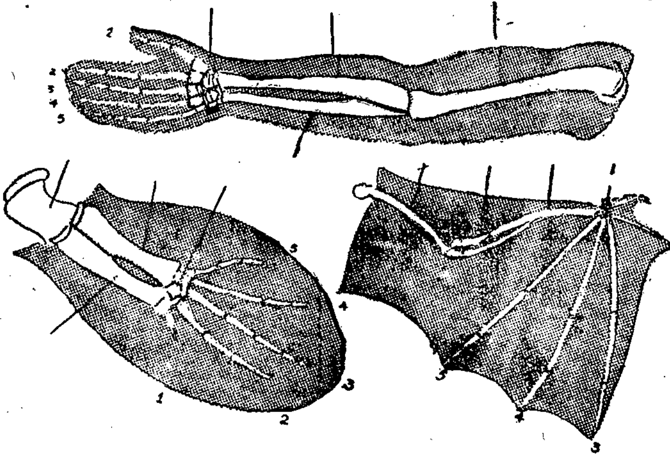
1. விலங்குகளின் வாழிடம் எவ்வாறு வேறு பட்டுள்ளது?
2. விலங்குகள் அவற்றின் அளவில் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன?

3. விலங்குகளின் வடிவத்தை விவரி.
4. விலங்குகளின் உணவுப் பழக்கம் வேறுபடுவதை விவரி.
5. விலங்குகளின் வாழ்வுக்காலம் எவ்வாறு வேறுபடுகிறது?

## 5. அமைப்பு, செயல், கருவளர்ச்சி ஒற்றுமைகள்

### அமைப்பில் ஒத்த உறுப்புகள்

முதுகெலும்பு உள்ள விலங்குகளின் எலும்பு மண்டலங்களை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் அவற்றிலுள்ள



படம் 5-1.
உறுப்புகளின் உள்ளமைப்பு ஒற்றுமை
மனிதனின் கை, வௌவாலின் இறக்கை,
திமிங்கலத்தின் துடுப்பு

தனிப்பட்ட எலும்புகளிடையே வேற்றுமை காணப் பட்டாலும், எலும்பு மண்டலங்களின் மொத்த அமைப்பு ஒரே மாதிரியானதாக இருக்கிறது என்று தெரிகிறது

எடுத்துக்காட்டாக, பறவையின் இறக்கை, வௌவாலின் இறக்கை, திமிங்கலத்தின் துடுப்பு, மனிதனின் கைகள் ஆகியவற்றில் எலும்புகளின் அமைப்பு ஒரே மாதிரி இருக்கிறது. இவை எல்லாவற்றிற்கும், மேற்கை எலும்பு, ஆர எலும்பு, முழங்கை எலும்பு ஆகிய முன் கை எலும்புகள், மணிக்கட்டு எலும்புகள், உள்ளங்கை எலும்புகள், விரல் எலும்புகள் என்ற பெயரே கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் இந்த உறுப்புகளின் வெளித்தோற்றம் முற்றிலும் வேறுபட்டதாக இருக் கிறது. கருவளர்ச்சியில் இந்த உறுப்புகள் ஒரே இடத்தி லிருந்து தோன்றுகின்றன. இத்தகைய உறுப்புகள் **அமைப்பில் ஒத்த உறுப்புகள்** எனப்படுகின்றன. உறுப்பு களிடையே உள்ள இந்த உருவ ஒற்றுமை பரிணாமத் திற்கு ஒரு வலுவான ஆதாரமாக எடுத்துக்காட்டப் படுகிறது.

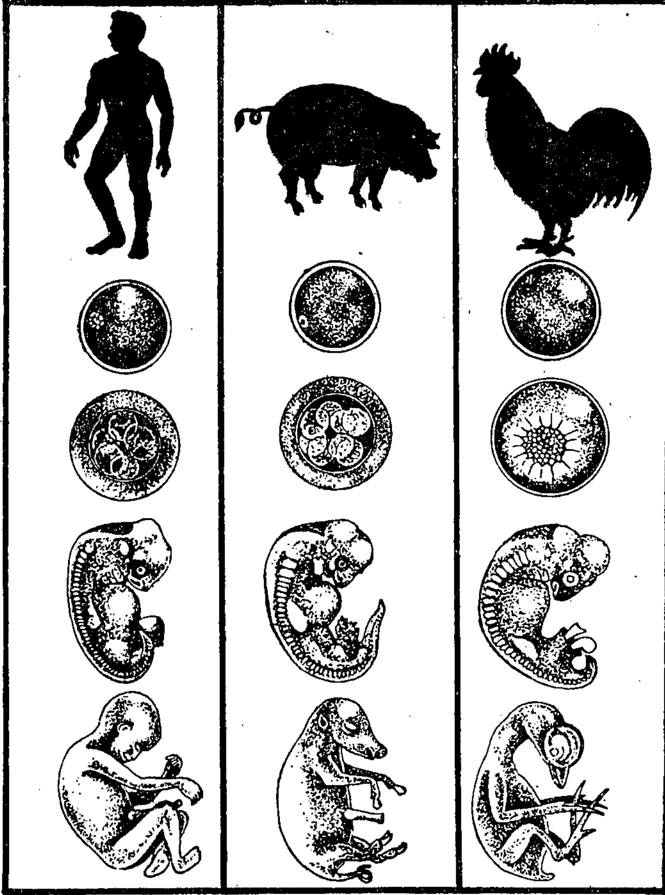
### செயல் ஒத்த உறுப்புகள்

உருவத்தில் மாறுபட்டு, ஆனால் ஒரே தொழிலைச் செய்கின்ற அங்கங்கள் **செயல் ஒத்த உறுப்புகள்** எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, பட்டுப்பூச்சியின் இறக் கைகள், பறவையின் இறக்கைகள் அமைப்பில் ஒத்த அங்கங்கள் அல்ல. ஏனெனில் கருவளர்ச்சியில் அவை ஒரே இடத்திலிருந்து தோன்றுவதில்லை. ஆனால் அவை இரண்டுமே பறப்பதற்காக் பயன்படுவதால் **செயல் ஒத்த உறுப்புகள்** எனப்படும்.

### கருவளர்ச்சியிலுள்ள ஒற்றுமைகள்

முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் கருவளர்ச்சியின் பல்வேறு கட்டங்களை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் அவை அனைத்திற்கும் பொதுவான பண்புகள் சில உள்ளன என்று தெரிகிறது. வளர்ச்சியின் இறுதிக் கட்டங் களிலேயே வேறுபாடுகள் தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றன. முதுகெலும்புள்ள விலங்குகள் ஒரு பொதுவான

மூதாதையரிடமிருந்து தோன்றியிருக்கலாம் என்பதை இது எடுத்துக்காட்டுகிறது.



படம் 5-2.

கருவளர்ச்சி நிலைகள்

மனிதன், பன்றி, கோழி

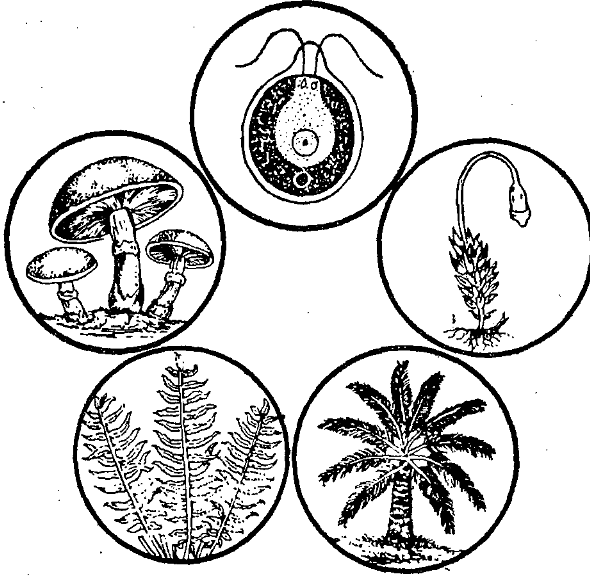
### வினாக்கள்

1. அமைப்பில் ஒத்த உறுப்புகள் யாவை?
2. செயல் ஒத்த உறுப்புகள் யாவை?
3. கருவளர்ச்சியிலுள்ள ஒற்றுமைகள் எவை?

# (ஆ) தாவரங்களின் வகைபாடு

## 6. தாவரங்களின் வகைபாடு

தாவரங்கள் அவற்றின் உடலமைப்பு, வாழ்க்கை முறை இவற்றின் அடிப்படையில் பின்வருமாறு வகை பாடு செய்யப்பட்டுள்ளன.



படம் 6-1.
தாவரங்களின் வகைபாடு

**பாசிகள்**

சில குளங்களிலும் குட்டைகளிலும் பச்சைப் பசேலென ஒரு பொருள் மிதந்து கொண்டிருப்பதைக்

கவனி. இவற்றைப் **பாசிகள்** என்கிறோம். இவற்றுள் சில நீர்நிலைகளில் மிதந்து கொண்டும், சில ஈரமான பகுதிகளிலும், சில ஈரமண்ணிலும், வேறுசில ஈரமான மரப்பட்டைகளிலும் வாழ்வதைக் கவனித்ததுண்டா? இவற்றின் உடலும் பகாத்தாவர மேனியாக இருப்பதால் இவை **தேலோபைட்டா** என்னும் பிரிவுக்குள் அடங்குவனவாகும். இவையனைத்தும் **பச்சையம்** எனும் நிறமியைப் பெற்றிருப்பதால், தாமே தம் உணவைத் தயாரிக்கின்றன. இவை பிற தாவரங்களைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. இவை ஒருசெல் முதல் பல செல் வரை பல்வேறு அளவுகளில் காணப்படுகின்றன. கிளாமிடோமோனஸ் ஒருசெல் பாசியாகும். ஸ்பைரோகைரா பலசெல் பாசியாகும்.

இவற்றுள் பசும்பாசிகள், பழுப்புநிறப் பாசிகள், சிவப்புப் பாசிகள், நீலப்பச்சைப் பாசிகள் எனப் பல்வேறு வகைகளுண்டு.

**பூஞ்சைகள்**

மழைக் காலங்களில் பட்டுப்போன மரங்கள் மீதும், மண்தரையிலும் நாய்க்குடைகள் முளைத்திருப்பதை நீ பார்த்திருக்கிறாயா? இவை பூஞ்சைகளில் ஒருவகை ஆகும். இவற்றைக் **காளான்கள்** என்கிறோம். காளான்களின் உடலமும் பகாத் தாவரமேனியாகும். இதன் உடல் **மைசீலியம்** எனப்படும். மைசீலியம் **ஹைபாக்கள்** என்னும் நுண்ணிய கிளைத்த இழைகளால் ஆனது.

ஈஸ்ட்டுகள் ஒற்றைச் செல்களால் ஆன **பூஞ்சைகள்** ஆகும். இவற்றைப்பற்றி விளக்கமாக நுண்ணுயிரிகள் என்னும் பாடத்தலைப்பில் அறிந்துகொண்டாய் அல்லவா? காளான்களின் உடலில் பச்சையம் இல்லை. இதனால் இவை தாமே உணவு தயாரிக்க முடிவதில்லை. சாறுண்ணியாகவோ அல்லது ஒட்டுண்ணியாகவோ தான் வாழ்கின்றன.

### இனப்பெருக்கம்

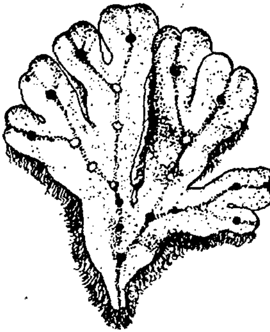
இவை பாலிலா பெருக்க முறையில் **ஸ்போர்களை** உருவாக்கி இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இவற்றில் பாலினப்பெருக்கமும் நடைபெறுகிறது.

### பயன்கள்

**பெனிசீலியம்** என்ற பூஞ்சையிலிருந்து **பெனிசிலின்** என்ற எதிர் உயிரி (Antibiotic) உருவாக்கப் படுகின்றது. சிலவகை நாய்க்குடைக் காளான்கள் உணவாகப் பயன்படுகின்றன.

### பிரையோபைட்டுகள்

மழைக் காலங்களில் ஈரமான சுவர்களையும் தரையையும் உற்று நோக்கு. மிக நெருக்கமான ஒரே அளவிலான சிறு செடிகள் கம்பளம் போல் வளர்ந்திருப்பதைப் பார். இவற்றை **மாஸ்கள்** என்கிறோம். இதேபோன்று ஈரத்தரையிலும், நீர்நிலையோரங்களில் ஈரமண்ணிலும் ஈரல் வடிவமான சிறு தாவரங்கள் பச்சை நிறத்தில் படர்ந்திருப்பதைக் கவனி. இவற்றை ஈரல் செடிகள் அல்லது **லிவர்வொர்ட்டுகள்** என்கிறோம். இவை **பிரையோபைட்டுகள்** பிரிவினைச் சார்ந்த தாவரங்கள் ஆகும்.



படம் 6-2.
லிவர்வொர்ட் அல்லது ஈரல் செடிகள்

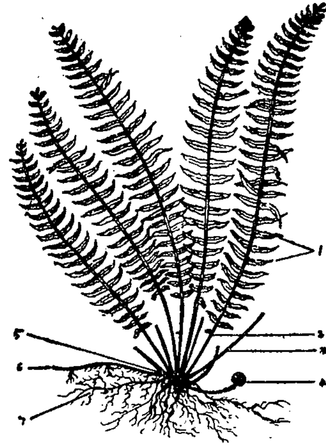
இவற்றுள் பெரும்பாலானவை எளிய நிலவாழ்த் தாவரங்கள் ஆகும். நீரை உறிஞ்ச இவற்றுக்கு **வேரிழைகள் அல்லது ரைசாய்டுகள் அமைந்துள்ளன.**

### இனப்பெருக்கம்

இவற்றில் உடல் இனப்பெருக்கம் கிளைகள் தனியே பிரிவதால் நடைபெறும். பாலினப்பெருக்கமும் நடைபெறுகிறது.

### டெரிடோபைட்டுகள்

பூங்காக்களிலும், வீட்டுத் தோட்டங்களிலும் அழகுக்காக வளர்க்கப் படும் பெரணிச் செடிகளைப் பார்த்திருக்கிறீர்களா? இவை பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் ஆகும். இவை தரை கீழ்த்தண்டைப் பெற்றுள்ளதால் பல்லாண்டுகள் வாழ முடிகிறது. இவை ஈரமும், குளிர்ச்சியும் மிகுந்த இடங்களில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுக்கு வேர், தண்டு, இலை முதலியன உண்டு. இவை பூப்பதில்லை, காய்ப்பதில்லை, விதைகளை உண்டாக்குவது இல்லை. இவற்றை **டெரிடோபைட்டுகள்** என்கிறோம்.



படம் 6-3.
நெப்ரோலெப்பிஸ்

1. சிற்றிலை
2. ஈர்க்கு
3. நிலைத்த இலையடி
4. கிழங்கு
5. வேர்ஸ்டாக்
6. ஓடு தண்டு
7. வேர்கள்

இவற்றில் தரைக்குக் கீழே மட்டநிலத்தண்டுகள் உள்ளன. அவற்றிலிருந்து வளர்ந்துள்ள வேர்கள் தரையில் தாவரத்தை உறுதியாகப் பற்றுவதற்கும், நீரை உறிஞ்சவும் உதவுகின்றன. இக்கிடைமட்டத் தண்டுகளிலிருந்து நேரடியாகக் கூட்டிலைகள் கொத்துக்கொத்

தாகத் தோன்றியுள்ளன. இளம் இலைகள் சுருள்வில் போல் சுருண்டு காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டு இலையிலும் மையத்தில் ஈர்க்கின் பக்கங்களில் சிற்றிலைகளும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் சிற்றிலைகளின் பின்புறம் விளிம்பையொட்டிக் கரும்புள்ளிகள் போன்ற பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் **சோரஸ்** எனப்படுகிறது. இது பல ஸ்பொரான்ஜியங்களின் தொகுப்பு ஆகும். ஒவ்வொரு ஸ்பொரான்ஜியத்திலும் பல ஸ்போர்கள் உண்டாகின்றன. ஸ்போர்கள் இனப்பெருக்கத்துக்கு உதவுகின்றன.

### இனப்பெருக்கம்

இவற்றில் **ஸ்போரோபைட்டு, கேமிட்டோபைட்டு** எனும் இரு சந்ததிகள் மாறி மாறி வருகின்றன. ஸ்போரோபைட்டு சந்ததியில் ஸ்போர்கள் உருவாகின்றன. ஸ்போர் முளைத்து காமிட்டோபைட்டு உண்டாகிறது. காமிட்டோபைட்டு சந்ததியில் பாலினப்பெருக்க உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. அவை விந்து, அண்டம் முதலியனவாம். விந்தணுவும் அண்டமும் இணைந்து கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. கருவுற்ற அண்டம் ஸ்போரோபைட்டாக வளர்ச்சியடைகிறது. இதற்குச் **சந்ததி மாற்றம்** என்று பெயர்.

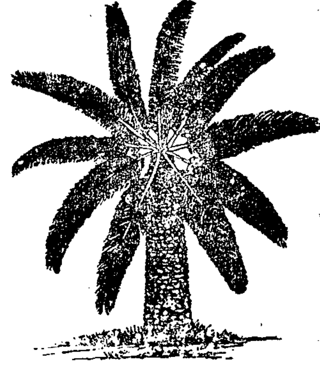
### பயன்கள்

இவை அழகுக்காக பூங்காக்களிலும் தோட்டங்களிலும் வளர்க்கப்படுகின்றன. பூச்செண்டுகளில் வைத்துக் கட்டவும் இவை பயன்படுகின்றன. இவற்றின் தளிரிலைகள் மலேசிய மக்களால் உண்ணப்படுகின்றன.

### ஸ்பெர்மட்டோபைட்டுகள்

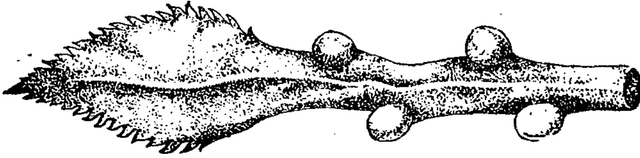
இதுவரை விதையற்ற தாவரங்களான பாசிகள், பூஞ்சைகள், பிரையோபைட்டுகள் போன்றவற்றைப் பற்றி அறிந்து கொண்டீர்கள். இனி விதையுள்ள

தாவரங்களைப்பற்றி அறிந்து கொள்ளுங்கள். இவற்றை **ஸ்பெர்மட்டோபைட்டுகள்** என்கிறோம். இத்தாவரங்கள் வேர் தண்டு, இலை முதலியவற்றைப் பெற்றுள்ளன. விதையைக் கொண்டிருப்பது இவற்றின் சிறப்புப் பண்பாகும்.



படம் 6-4.
சைகஸ்

இவற்றில், சில தாவரங்களில் விதைகள் கண்ணிற்குப் புலனாகும்படி அமைந்துள்ளன. விதைகள் கனிகளுக்குள்ளே இருப்பதில்லை. இவ்வகைத் தாவரங்களைத் திறந்த விதைத் தாவரங்கள் அல்லது **ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள்** என்கிறோம். சைகஸ் இவ்வகையைச் சார்ந்த ஒரு தாவரமாகும்.



படம் 6-5.
சைகஸ் பெண் கூம்பு

சில தாவரங்கள் பூத்து, காய்த்து, விதைகளைத் தருகின்றன. இவற்றின் விதைகள் கனிகளுக்குள்ளே உள்ளன. இவற்றை மூடுவிதைத் தாவரங்கள் அல்லது **ஆன்ஜியோஸ்பெர்ம்கள்** என்கிறோம். அவரை இவ்வகையைச் சார்ந்த ஒரு தாவரமாகும்.

திறந்த விதைக் கூட்டங்களைச் சார்ந்த தாவரங்களில் சில ஊசிபோன்ற இலைகளைப் பெற்றுள்ளன.

இவற்றை **ஊசியிலைத் தாவரங்கள்** என்பர். இவை பெரும்பாலும் குளிர்ப்பாங்கான பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. வெப்ப நாடுகளில் இவை மலையுச்சிகளில் காணப்படுகின்றன.

இவை பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. இவற்றின் பயன்களைப்பற்றி விரிவாக மேல் வகுப்புகளில் அறிந்து கொள்வீர்கள். மூடுவிதைக் கூட்டங்கள் அல்லது ஆன்ஜியோஸ்பெர்ம்கள் எங்கும் விரவிக் காணப்படுவனவாம்.

பூக்கும் தாவரங்கள் மிக்க பயனுள்ளவை. இவற்றின் பொருளாதார முக்கியத்துவத்தை மேல் வகுப்புகளில் அறிந்து கொள்வீர்கள்.

இத்தாவரங்களின் விதைகளில் உள்ள விதை இலைகளினுடைய எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் இவற்றை **ஒருவித்திலைத் தாவரம், இருவித்திலைத் தாவரம்** என இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். நெல், கோதுமை, சோளம், வெங்காயம் போன்றவை ஒருவித்திலைத் தாவரங்கள். அவரை, ஆமணக்கு, நிலக்கடலை போன்றவை இருவித்திலைத் தாவரங்கள்.

**வினாக்கள்**

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. ஒருசெல் பாசிக்கு ஓர் உதாரணம் தருக.
2. மைசீலியம் எனப்படுவது யாது?
3. 'ஹைபாக்கள்' என்றால் என்ன?
4. எதிர் உயிரிகளை உருவாக்கும் பூஞ்சை ஒன்றைக் குறிப்பிடுக.
5. 'ரைசாய்டுகள்' எனப்படுவன எவை?
6. சந்ததி மாற்றம் என்றால் என்ன?
7. ஸ்பெர்மட்டோபைட்டுகள் என்றால் என்ன?

8. ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் என்றால் என்ன?
9. ஆன்ஜியோஸ்பெர்ம்கள் என்றால் என்ன?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. பாசிகளின் பண்புகளைக் கூறுக.
2. பூஞ்சைகளின் தன்மைகளை விளக்குக.
3. பிரையோபைட்டுகளின் பண்புகளைக் கூறுக.
4. டெரிடோபைட்டுகளின் பண்புகளைக் கூறுக.
5. டெரிடோபைட்டுகளின் இனப்பெருக்கத்தை விளக்குக.
6. ஸ்பெர்மட்டோபைட்டுகள் .. தன்மைகளை விளக்குக.
7. ஸ்பெர்மட்டோபைட்டுகளின் வகைகளை விளக்குக.

# (இ) விலங்குகளின் வகைபாடு

## 7. விலங்குகளின் வகைபாடு

விலங்குகள் அவற்றின் ஒற்றுமைகளையும் வேறுபாடுகளையும் அடிப்படையாக வைத்து பல வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை **முதுகெலும்பற்றவை, முதுகெலும்புள்ளவை** என இரு பெரும் பிரிவுகளாக பிரிவினை செய்யப்பட்டுள்ளன. முதுகெலும்பற்றவற்றை முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள் என்றும், முதுகெலும்புள்ளவற்றை முதுகெலும்புள்ள விலங்குகள் என்றும் கூறுகிறோம்.

முதுகெலும்பற்றவை

இப்பிரிவு பல்வேறு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. அவையாவன:

(1) புரோட்டோசோவா
(2) குழியுடலிகள்

(3) உருளைப் புழுவினம்
(4) வளைத்தசைப் புழுக்கள்
(5) கணுக்காலிகள்
(6) மெல்லுடலிகள்
(7) முட்தோலிகள் முதலியனவாம்.

(1) புரோட்டோசோவா

இவை ஒருசெல் விலங்குகளாகும். இவற்றுள் பெரும்பாலானவை நீரில் வாழ்கின்றன. (எ. கா. அமீபா)

(2) குழியுடலிகள்

இவை நீர்வாழ் பலசெல் உயிரிகளாகும். இவற்றின் உடல் மென்மையானது. இவற்றிற்கு உணர் இழைகள் உண்டு. (எ.கா. ஜெல்லி மீன்)

(3) உருளைப்புழுவினம்

இவை பெரும்பாலும் பிற விலங்குகள் மீதும், மனிதன் மீதும் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. (எ.கா. நாக்குப்பூச்சி)

(4) வளைத்தசைப் புழுக்கள்

இவற்றின் உடல் பல வளையங்களால் ஆனது. இவை நிலத்திலும், நீரிலும் காணப்படுகின்றன (எ.கா. மண்புழு.)

(5) கணுக்காலிகள்

இவற்றின் உடல் பல கண்டங்களால் ஆனது. இவற்றிற்கு இணைப்புக் கால்கள் உள்ளன. இவற்றில் பெரும்பாலானவற்றிற்கு உறுதியான ஓடு காணப் படுகிறது. (எ.கா. கரப்பான் பூச்சி)

(6) மெல்லுடலிகள்

இவற்றின் உடல் மென்மையானது. இவற்றிற்கு உறுதியான ஓடு உண்டு. இவற்றிற்கு தசையாலான பாதம் உண்டு. (எ.கா. நத்தை)

### (7) முட்தோலிகள்

இவை கடல்வாழ் விலங்குகளாகும். இவற்றின் உடல் துவக்கத்தில் இருபக்கச் சமச்சீருடையதாகும். வளர்ச்சியடைந்த பிறகு ஆரச் சமச்சீருடையது. இவற்றிற்கு குழாய்க்கால்கள் உள்ளன. இவற்றின் உடல் உறுதியான ஓட்டினால் மூடப்பட்டுள்ளது. (எ.கா. நட்சத்திர மீன்)

### முதுகெலும்புள்ளவை

இவை ஐந்து பிரிவுகளாக வகைபாடு செய்யப் பட்டுள்ளன. அவையாவன:

(1) மீன்கள்

(2) நீர்நில வாழ்வன

(3) ஊர்வன

(4) பறவைகள்

(5) பாலூட்டிகள்

### (1) மீன்கள்

இப்பிரிவில் எல்லாவகை மீன்களும் அடங்கும். இவை குளிர் இரத்தப் பிராணிகள் ஆகும். இவை செவுள்களால் சுவாசிக்கின்றன. இவற்றிற்கு செதில் களும், துடுப்புகளும் உண்டு. (எ.கா. சுறா மீன்)

### (2) நீர்நில வாழ்வன

இவை குளிர் இரத்தப் பிராணிகள் ஆகும். இவற் றின் வாழ்க்கையில் பெரும்பகுதியை நீரிலும், எஞ்சிய பகுதியை நிலத்திலும் கழிக்கின்றன. இதனால் இவற் றிற்கு நீர்நில வாழ்வன என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது. இவை தோல், நுரையீரல், வாய் முதலியனவற்றால் சுவாசிக்கின்றன. (எ.கா. தவளை)

**(3) ஊர்வன**

இவை குளிர் இரத்தப் பிராணிகளாகும். இவற்றின் உடல் உறுதியான செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவை நுரையீரல்களின் மூலம் சுவாசிக்கின்றன. (எ.கா. ஓணான்.)

**(4) பறவைகள்**

இதில் எல்லா பறவைகளும் அடங்கும். இவை வெப்ப இரத்தப் பிராணிகளாகும். இவற்றிற்கு ஒரு ஜதை இறக்கைகளும் ஓர் அலகும் உண்டு. இவற்றின் உடல் இறகால் மூடப்பட்டுள்ளது. (எ.கா. புறா)

**(5) பாலூட்டிகள்**

இவை வெப்ப இரத்தப் பிராணிகள் ஆகும். இவற்றின் உடல் உரோமத்தால் சூழப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் பெண் இனத்தைச் சேர்ந்தவற்றிற்கு குட்டிபோட்டு பாலூட்டும் தன்மை உண்டு. (எ.கா. எலி)

**வினாக்கள்**

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

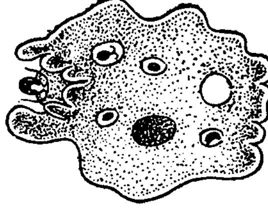
1. முதுகெலும்பற்றவை யாவை?
2. முதுகெலும்புள்ளவை யாவை?
3. முதுகெலும்பற்றவையின் வகைகள் யாவை?
4. முதுகெலும்புள்ளவற்றின் வகைகள் யாவை?

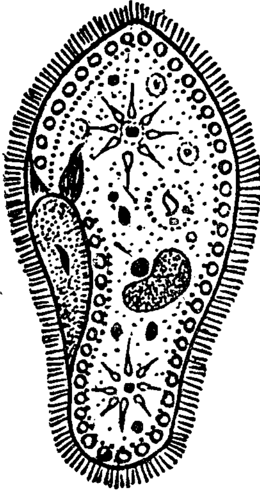
**ஆ. விரிவாக விடையளி**

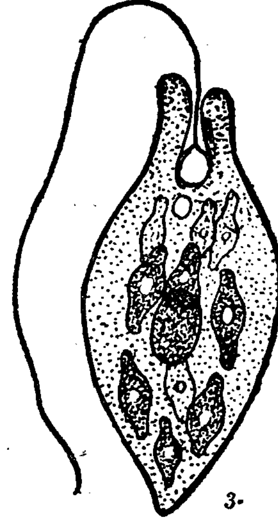
1. முதுகெலும்பற்றவற்றைச் சார்ந்த விலங்கு வகைப்பாட்டினை உதாரணத்துடன் விளக்குக.
2. முதுகெலும்புள்ளவற்றைச் சார்ந்த விலங்கு வகைப்பாட்டினை உதாரணத்துடன் விளக்குக.

## 8. புரோட்டோசோவா

இவை மிகச்சிறு விலங்குகளாகும். இவற்றின் உடல் ஒருசெல்லாலானது. இவற்றிற்கு திசுக்களோ, உறுப்புகளோ கிடையாது. இவை போலிக்கால்கள்,




படம் 8-1. புரோட்டோசோவா
1. அமீபா 2. பேரமீசியம் 3. யுக்ளீனா

கசையிழைகள், சீலியங்கள் முதலியவற்றால் இடப் பெயர்ச்சி செய்கின்றன. இவற்றின் உடல் இரண்டாகப் பிரிவதன் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

அமீபா, பேரமீசியம், யுக்ளீனா, பிளாஸ்மோடியம் முதலியன ஒருசெல் விலங்குகளாகும். பிளாஸ்மோடியம் (Malarial parasite) ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. இது மனிதனுக்கு மலேரியா காய்ச்சலை உண்டாக்குகிறது. மற்றவை நன்னீரிலும், ஈரமண்ணிலும் காணப்படுகின்றன.

புரோட்டோசோவாக்களின் செல்களில் சைட்டோப்ளாசம் பொதுவாக இரண்டு பகுதிகளாகப்பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தெளிவான வெளிப்பகுதி எக்டோப்ளாசம் எனவும் துகள் அமைப்பினைக் கொண்ட உட்பகுதி எண்டோப்ளாசம் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. எக்டோப்ளாசத்தைச் சூழ்ந்து செல் சவ்வு உள்ளது. சைட்டோப்ளாசத்தில் பொதுவாக ஒரு நியூக்ளியஸ் காணப்படுகிறது. சைட்டோப்ளாசத்தில் மூன்று வகையான வாக்குவோல்கள் உள்ளன. அவை உணவு வாக்குவோல்கள், நீர்வாக்குவோல்கள், சுருங்கிவிரியும் வாக்குவோல்கள் என்பனவாம். சாதகமான சூழ்நிலையில் இவ்விலங்குகள், இரண்டாகப் பிரிதல் எனும் முறை மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பாதகமான சூழ்நிலையில் ஸ்போர்கள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

ஒட்டுண்ணியான சில புரோட்டோசோவாக்கள் மனிதர்களுக்குப் பல நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக எண்டமீபா எனும் உயிரியின் ஒரு சிற்றினம் சீதபேதியையும், அமீபியாஸிஸ் எனும் நோயையும் உண்டாக்குகிறது. பிளாஸ்மோடியம் எனும் உயிரியின் ஒரு சிற்றினம் மலேரியாவை உண்டாக்குகிறது.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. புரோட்டோசோவா என்றால் என்ன?

2. புரோட்டோசோவாக்கள் எவ்வாறு இடப் பெயர்ச்சி அடைகின்றன?

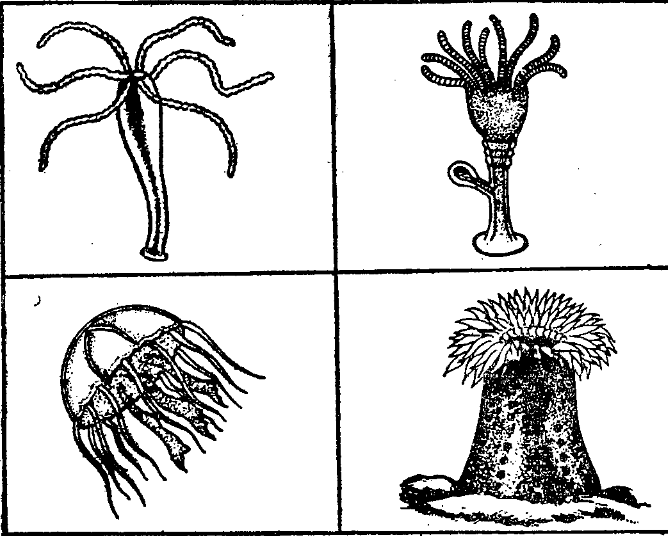
ஆ. **விரிவாக விடையளி**

1. புரோட்டோசோவாக்களின் சிறப்புப் பண்புகள் யாவை?

# 9. குழியுடலிகள்

**சிறப்புப் பண்புகள்**

இவை பலசெல் விலங்குகளாகும். இவற்றின் உடல் ஆரச் சமச்சீருடையது (Radial symmetry).



படம் 9-1.
குழியுடலிகள்

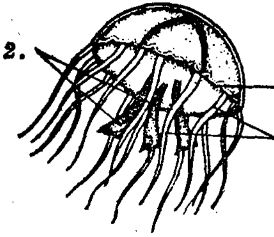
இவற்றின் உடலின் மத்தியில் நீண்ட குழல் போன்ற பகுதி உண்டு. அது வெளிப்புறம் உள்ள வாயுடன்

தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இவ்விலங்குகளுக்குக் குதம் கிடையாது. குழல் போன்ற மையப்பகுதியைச் சூழ்ந்து உடல் சுவர் உள்ளது. உடல் சுவரின் வெளிப் பக்கம் எக்டோடெர்ம் எனும் அடுக்கும், உட்பக்கம் எண்டோடெர்ம் எனும் அடுக்கும் உள்ளன. இவற்றுக் கிடையே மீசோக்ளியா என்னும் பொருள் காணப் படுகிறது.

ஹைட்ரா, ஒபீலியா, ஜெல்லி மீன்கள், அனி மோன்கள் முதலியன குழியுடலிகள் ஆகும். இவற்றுள் ஜெல்லி மீனைப்பற்றி அறிந்து கொள்வோம்.

## ஜெல்லி மீன்

ஜெல்லி மீன் கடலில் வாழ்கிறது. இதன் அங்கம் 10 செ.மீ. விட்டமுள்ள குடைபோன்று உள்ளது. அதன் மேல்பகுதி சற்றுக் குவிந்து காணப்படுகிறது. வாய் இதன் கீழ்ப்பகுதியில் காணப் படுகிறது. வாய் சதுர வடிவ மானது. அதன் ஒவ்வொரு மூலையிலிருந்தும் ஒரு கை வீதம் நான்கு கைகள் உள் ளன. இவற்றிற்கு **வாய்க் கைகள்** என்று பெயர். குடை போன்ற பகுதியின் ஓரம் எட்டு மடல்களாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது. இம் மடல் களுக்கு இடைப்பட்ட பள் ளத்தில் **டென்டகுலோசிஸ்ட்** எனும் உணர் உறுப்புகள் உள்ளன. குடையின் விளிம்பில் எண்ணற்ற குழல்போன்ற உணர்நீட்சிகள் காணப்படுகின்றன.




படம் 9-2.
ஜெல்லி மீனின் புறத்தோற்றம்

1. குடை போன்ற பாகம்
2. கைகள் போன்ற நீட்சிகள்
3. கொட்டும் செல்கள்

## வினாக்கள்

அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. குழியுடலிகள் என்றால் என்ன?
2. குழியுடலிகளுக்கு இரண்டு உதாரணங்கள் தருக.
3. குழியுடலிகளின் உடற்சுவர் அடுக்குகள் யாவை?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. குழியுடலிகளின் சிறப்புப் பண்புகளை விவரி.
2. ஜெல்லி மீனின் சிறப்புப் பண்புகளை விவரி.

# 10. உருளைப் புழுவினம்

### சிறப்புப் பண்புகள்

இவற்றின் உடல் நீண்டு இழைபோன்று உள்ளது. உடலின் மேல்பகுதியில் க்யூடிக்கிள் என்னும் மெல்லிய அடுக்கு காணப்படுகிறது. இவற்றின் இரு முனைகளும் குறுகிக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உடல் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்படவில்லை. இவற்றின் ஜீரண மண்டலத்தில் வாய், உணவுப்பாதை, மலப்புழை முதலியன உண்டு. இரத்த ஓட்ட உறுப்புகளோ, மூச்சு உறுப்புகளோ இவற்றிற்குக் கிடையாது. இவற்றில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியே உள்ளன. ஆண் புழுக்கள் பெண் புழுக்களைவிட மிகச்சிறியவை.

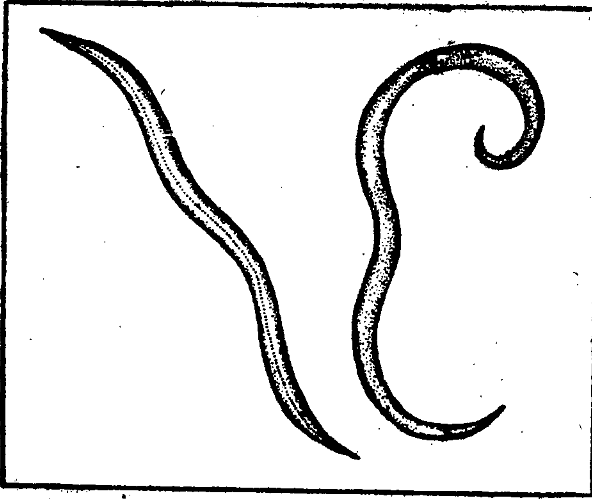
இவற்றுள் பெரும்பாலானவை தனித்து வாழ்பவை. இவை நிலத்திலும், கடல்நீரிலும், நன்னீரிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் சில தாவரங்கள் மீதும், விலங்குகள் மீதும் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன.

இவை விலங்குகளுக்கும் மனிதனுக்கும் நோயை விளைவிக்கின்றன.

அஸ்காரிஸ் என்டரோபியஸ் (Pin worm), அன்கைலோ ஸ்டோமா (Hook worm), டிராகன் குவஸ் (Guinea worm), உச்சரீரியா (Filarial worm) முதலியன உருளைப் புழுவினங்கள் ஆகும். இவற்றுள், அஸ்காரிஸ் என்னும் உருளைப் புழுவைப்பற்றி இப்பாடத்தில் படிப்போம்.

**அஸ்காரிஸ்**

'அஸ்காரிஸ்' உருளைப் புழுவினத்தைச் சார்ந்த ஒரு புழுவாகும். இதனை நாக்குப்பூச்சி என்பர். இது



படம் 10-1.
அஸ்காரிஸ்

மனிதனின் சிறுகுடலில் காணப்படும். இது உருளைப் புழு இனத்திலேயே மிக நீண்டதாகும். இதன் உடல் கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்படவில்லை. இது உருளை

வடிவானது. இதன் இரு முனைகளும் குறுகியுள்ளது. ஆண்புழுவின் பின்முனை வளைந்து கொக்கி போலவும், பெண்புழுவின் பின்முனை நேராகவும் காணப்படுகின்றன. முன் முனையில் வாய் காணப்படுகிறது. வாய்ப்பகுதியில் சதைப்பற்றுள்ள மூன்று உதடுகள் காணப்படுகின்றன. வாய்க்குச் சற்று கீழே கழிவு நீக்குத்துளை காணப்படுகிறது. பெண் புழுவில், உடலின் மத்திய பகுதியில் கீழ்ப்பக்கமாக இனப்பெருக்கத் துளை உள்ளது. புழுவின் பின்முனையில் மற்றும் ஒரு துளை உள்ளது. பெண்புழுவில் இது மலத்துளை என்றும், ஆண் புழுவில் இது குளோயகா என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஆண் புழுவில் இத்துளை, மலத்துளையாகவும் இனப்பெருக்கத் துளையாகவும் பயன்படுகிறது. குளோயகாவில் இரண்டு வளைந்த முட்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு **புணர்ச்சி முட்கள்** என்று பெயர்.

இது ஒட்டுண்ணியாக வாழ்வதால் இதன் உணவுப் பாதை சிறப்பாக அமையவில்லை. செரிப்பு நீர்ச்சுரப்பிகளும் இல்லை. இதன் நரம்பு மண்டலம் நரம்பு வளையங்களால் ஆனது. ஆண், பெண் புழுக்கள் இணைவதன் மூலம் ஆயிரக்கணக்கான முட்டைகள், உற்பத்தியாகின்றன. இம்முட்டைகள் உணவுப் பொருள்களுடனோ நீருடனோ கலந்து மனிதனுடைய உடலிற்குள் சென்று நோயை விளைவிக்கின்றன.

### வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. உருளைப் புழுவினத்தைச் சார்ந்த சில புழுக்களின் பெயர்களை எழுதுக.
2. உருளைப் புழுவினத்தில் ஆண் புழுவை எவ்வாறு இனம் கண்டறியலாம்?

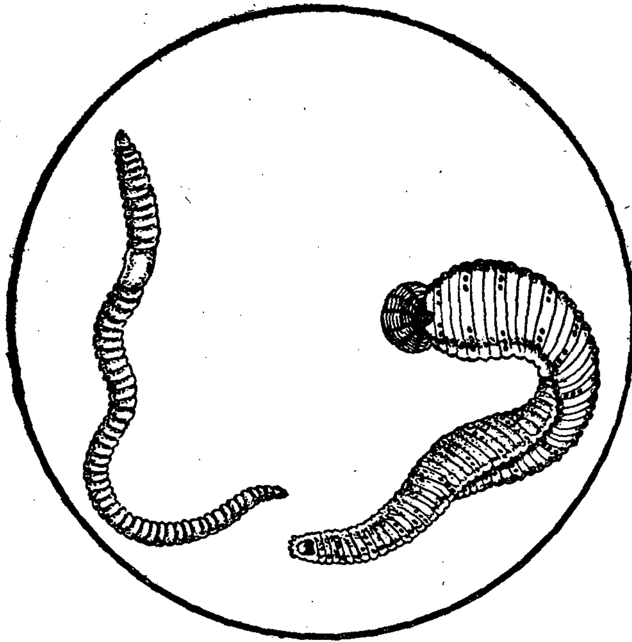
**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. அஸ்காரிஸ் புழுவின் பண்புகளை விளக்குக.

# 11. வளைதசைப் புழுக்கள்

## சிறப்புப் பண்புகள்

வளைதசைப் புழுக்களில் உடல் நீள் உருளையாகவோ தட்டையாகவோ காணப்படும். இப்புழுக்கள் இருபக்க சமச்சீருடையவை. இவற்றின் உடல் பல



படம் 11-1.
வளைதசைப் புழுக்கள்

கண்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் உடலில் நீள்போக்குத் தசைகளும் வட்டத் தசைகளும் காணப்படுகின்றன. இவை சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையவை. இவற்றின் உடலின் மேற் புறத்தில் மெல்லிய க்யூடிக்கிள் அடுக்கு காணப்படுகிறது.

இது மேற் புறத்தோலால் சுரக்கப்படுகிறது. இவற்றின் உடலுக்குள் நீண்ட உடற்குழல் காணப்படுகிறது. இவற்றின் உடற்சுவரில் பல்வகைத் துளைகள் உள்ளன. இவற்றிற்கு இரத்த ஓட்ட மண்டலமும், நரம்பு மண்டலமும் உண்டு. ஆண், பெண் புழுக்கள் தனித்தனியாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஒரே புழுவில் காணப் படுகின்றன. மண் புழு ஓர் இருபால் உயிரி (Hermaphrodite) ஆகும்.

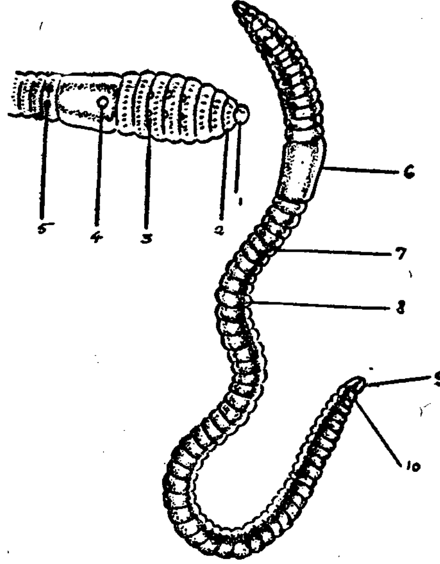
கடல் புழுக்கள் (Sea worms), மண்புழுக்கள் (Earth worms), அட்டைகள் (Leeches) முதலியன வளைதசைப் புழுவினத்தைச் சார்ந்தவை. இவற்றுள் மண்புழுவைப்பற்றி இப்பாடத்தில் அறிவோம்.

**மண்புழு**

இது ஈரமண்ணில் துளையிட்டு வாழும். கோடையில் நிலத்தில் இது ஆழமான துளைகளில் வாழும். மழைக்காலங்களில் இத்துளைகள் மழை நீரால் நிரப்பப் படுவதால் இது துளையிலிருந்து வெளியேவரும். இது இரவுக் காலங்களில் துளையைவிட்டு வெளியே வந்து இரை தேடும். இது மண்ணுக்குள் செல்லும்போது மண்ணை உண்டுகொண்டே செல்கிறது. மண்ணிலுள்ள மட்கிய தாவரப் பொருள்களை உணவாகக் கொள்கிறது. எஞ்சிய மண் கழிவுப் பொருளாக மலத் துளை வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இந்த மண் நிலத்தின் மேலே சிறு குவியல்களாகக் காணப் படும். இவற்றை **நாங்கூழ்க் கட்டிகள்** என்கிறோம்.

இவற்றின் உடல் நீண்டும் உருளையாகவும் அமைந்துள்ளது. அதன் மேற்பகுதி செம்பழுப்பு நிறமாகவும், கீழ்ப்பகுதி வெளுத்தும் காணப்படுகிறது. இவற்றின் உடல் பல கண்டங்களாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. மண்புழுவுக்குத் தனிப்பட்ட தலை கிடையாது.

உடலின் முதல் கண்டத்தில் வாய் உள்ளது. உடலின் பின் முனையிலுள்ள கடைசிக் கண்டத்தில் மலத்துளை உள்ளது.




படம் 11-2.
மண்புழு

1. வாய் 2. பெரிஸ்டோமியம் 3. விந்துபைத் துளைகள் 4. பெண் இனப்பெருக்கத் துளை 5. ஆண் இனப்பெருக்கத் துளை 6. கிளைட்டெல்லம் 7. கண்ட இடைப்பள்ளம் 8. சுவாசத் துளைகள் 9. மலத்துளை 10. பிஜிடியம்

முதிர்ந்த புழுக்களில் 14 முதல் 17 வரை உள்ள கண்டங்கள் பருத்துக் காணப்படும். இப்பகுதிக்குக் **கிளைட்டெல்லம்** என்று பெயர். இவற்றின் உடலில் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் மெல்லிய முட்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு **சீட்டாக்கள்** என்று பெயர். கிளைட்டெல்லம் பகுதியில் சீட்டாக்கள் இருக்காது. மண்புழுவின் உடலில் பலவகையான துளைகள் உள்ளன. அவையாவன:

**1. மேற்பக்கத் துளைகள்:** இவை உடலின் மேற் பக்கத்தில் உள்ளன. புழுவின் உடலை ஈரமாக வைத்துக்கொள்ள உதவும் உடற்குழித் திரவம் வெளி யேற, இவை உதவுகின்றன.

**2. நெப்ரீடியத் துளைகள்:** இவை உடலின் கீழ்ப் பக்கத்தில் உள்ளன. இரு முன்பக்கக் கண்டங்களைத் தவிர மற்ற கண்டங்கள் அனைத்திலும் இவை கண்டத் திற்கு இரண்டாக அமைந்துள்ளன. இவை கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்ற உதவுகின்றன.

**3. ஆண் இனப்பெருக்கத் துளைகள்:** இரண்டு ஆண் இனப்பெருக்கத் துளைகள் 18-வது கண்டத்தில் உள்ளன.

**4. பெண் இனப்பெருக்கத் துளைகள்:** இரண்டு பெண் இனப்பெருக்கத் துளைகள் 14-வது கண்டத்தில் உள்ளன.

**5. விந்துபைத் துளைகள்:** 6 - 9 கண்டங்களுக்கு இடையே மூன்று ஜதை விந்துபைத் துளைகள் உள்ளன.

இந்த மூன்று வகைத் துளைகளும் இனப்பெருக்கத் தில் பங்கு கொள்கின்றன.

## வினாக்கள்

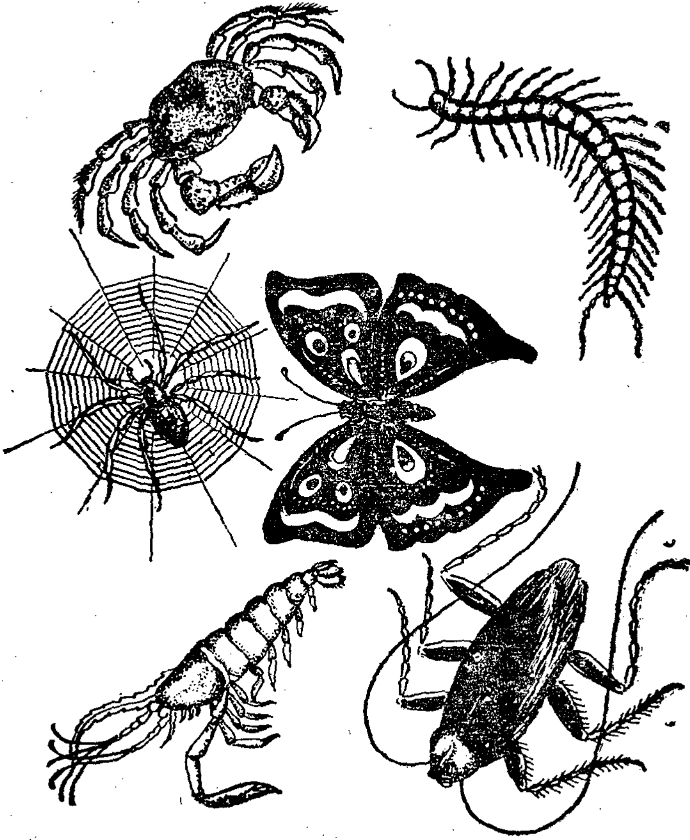
**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. 'நெப்ரீடியத் துளைகள்' என்றால் என்ன?
2. வளைதசைப் புழுவினத்தைச் சார்ந்த சில புழுக்களின் பெயர்களை எழுதுக.
3. கிளைட்டெல்லம் எனப்படுவது யாது?
4. மண்புழுவின் உடலில் காணப்படும் துளைகள் யாவை?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. வளைதசைப் புழுக்களின் சிறப்புப் பண்புகள் யாவை?
2. மண்புழுவின் சிறப்புப் பண்புகளையும், அமைப்பையும் விளக்குக.

# 12. கணுக்காலிகள்



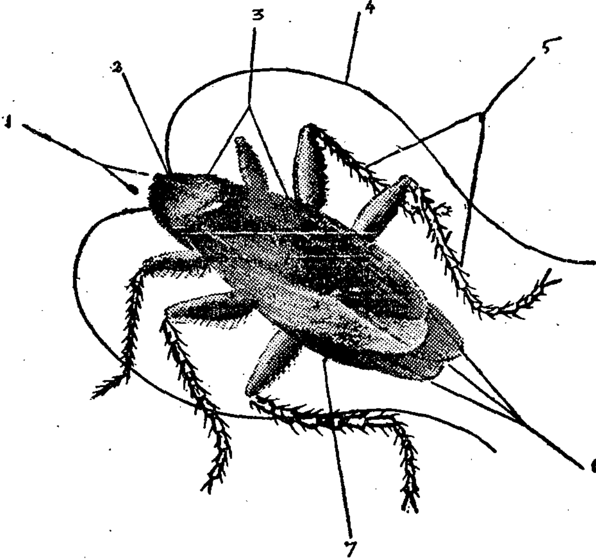
படம் 12-1. கணுக்காலிகள்

**சிறப்புப் பண்புகள்**

இவை இருபக்கச் சமச்சீருடையவை. இவற்றின் உடல் பல கண்டங்களால் ஆனது. இவற்றின் உடலின் மேற்புறம், க்யூடிக்கிளால் சூழப்பட்டுள்ளது. இது உறுதியான ஓடுபோல மேற்புறத்தைப் பாதுகாக்கிறது. இது **புறச்சட்டம்** எனப்படுகிறது. கணுக்காலிகளுக்கு, நன்கு வளர்ச்சியுற்ற நரம்பு மண்டலமும், இரத்த ஓட்ட மண்டலமும் உண்டு. ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்துக் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் சில ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. கரப்பான் பூச்சியைப் பற்றி இப்பாடத்தில் அறிவோம்.

## கரப்பான் பூச்சி

சமையலறைகளிலும், வீட்டின் இருளான மூலை முடுக்குகளிலும் கரப்பான் பூச்சிகள் இருப்பதைப்




படம் 12-2. கரப்பான் பூச்சியின் புறத்தோற்றம்
1. கண்கள் 2. தலை 3. புறச்சட்டம் 4. உணர் இழைகள்
5. கால்கள் 6. இறக்கைகள் 7. வயிறு

பார்த்திருக்கிறீர்களா? அவை பெரும்பாலும் இரவு நேரங்களிலேயே வெளிவருகின்றன.

## புறத்தோற்றம்

இதன் உடல் பல கண்டங்களால் ஆனது. உடலின் மேல் பரப்பில் க்யூடிக்கிள் காணப்படுகிறது. இது கைட்டின் என்னும் பொருளால் ஆனது. இதனைப் புறச்சட்டம் (Exoskeleton) என்கிறோம். இதன் உடல் தலை, மார்பு, வயிறு என மூன்று பகுதிகளால் ஆனது.

## தலை

தலையின் அடிப்பகுதி அகன்றும் நுனிப்பகுதி குறுகியும் காணப்படும். இதில் இரண்டு உணர் இழைகள் இணைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு உணர் இழையின் அடிப் பாகத்துக்கருகே, பெரிய கருமையான திட்டுப்போன்ற கண்கள் காணப்படுகின்றன. கண்கள் பல சிறு அலகு களால் ஆனவை. ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியே கண்கள் போல் இயங்குவனவாம். எனவே இக்கண்கள் **கூட்டுக் கண்கள்** எனப்படும். தலையின் முன்பக்க நுனியில் வாய் உள்ளது. அதனைச் சூழ்ந்து வாய்ப் பகுதிகள் உள்ளன. தலையின் அடிப்பகுதி ஒரு சிறிய குறுகிய கழுத்தினால் மார்புப் பகுதியுடன் இணைக் கப்பட்டுள்ளது.

## மார்பு

மார்புப்பகுதி மூன்று கண்டங்களாலானது. ஒவ் வொரு கண்டத்திலும் ஒரு ஜோடி நடக்கும் கால்கள் உள்ளன. இருவகையான இறக்கைகள் இப்பகுதியில் இணைந்துள்ளன. முன் இறக்கைகள் இரண்டும் பின் இறக்கைகளை மூடியுள்ளன. பின் இறக்கைகள் இரண்டும் பறக்க உதவுகின்றன.

## வயிறு

இப்பகுதியில் பத்துக் கண்டங்கள் காணப்படு கின்றன. இதில் பக்காவக கண்டத்தில் பக்கவாட்டில்

இரண்டு மலப்புழைக் காம்புகள் (Anal cerci) காணப் படுகின்றன. மலப்புழைக்குக் கீழே இனப்பெருக்கப் புழை (Genital aperture) காணப்படுகின்றன.

இதற்கு, உணவு மண்டலம், மூச்சு மண்டலம், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், கழிவு மண்டலம், நரம்பு மண்டலம், இனப்பெருக்க மண்டலம் முதலிய மண்டலங்கள் உண்டு.

## வினாக்கள்

### அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. கணுக்காலிகள் என்றால் என்ன?
2. கணுக்காலிகள் சிலவற்றின் பெயரைக் குறிப்பிடுக.
3. புறச்சட்டம் என்றால் என்ன?
4. கூட்டுக் கண்கள் எனப்படுவன எவை?
5. மலப்புழைக் காம்புகள் என்றால் என்ன?
6. இனப்பெருக்கப் புழை எங்கு காணப்படு கின்றது?

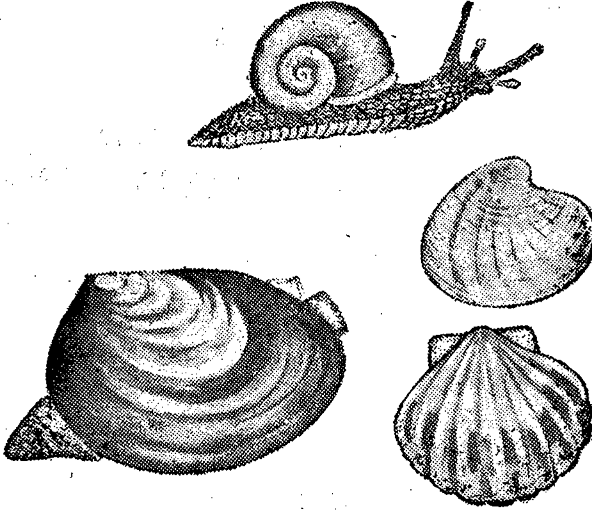
### ஆ. விரிவாக விடையளி

1. கணுக்காலிகளின் சிறப்புப் பண்புகளை விளக்குக.
2. கரப்பான் பூச்சியின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.
3. கரப்பான் பூச்சியின் தலையின் அமைப்பை விளக்குக.
4. கரப்பான் பூச்சியின் கழுத்து, மார்பு முதலிய வற்றின் அமைப்பை விளக்குக.
5. கரப்பான் பூச்சியின் வயிற்றின் அமைப்பை விளக்குக.

# 13. மெல்லுடலிகள்

## சிறப்புப் பண்புகள்

இவற்றின் உடல் மிகவும் மென்மையானது. கண்டங்களற்றது. எவ்வித இணைப்புகளும் இல்லை. இவற்றிற்கு மிக உறுதியான ஓடு உண்டு. ஓடு சுண்ணாம்புப்



படம் 13-1.
மெல்லுடலிகள்

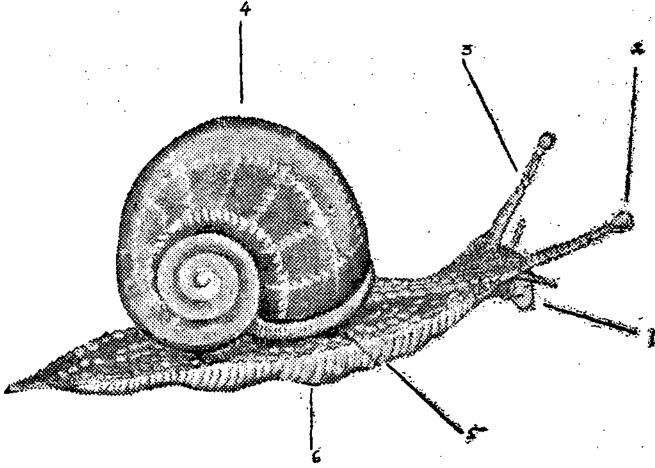
பொருளாலானது. உட்பகுதியில் தசையாலான பாதமும், தோலினாலான மேண்ட்டில் (Mantle) என்னும் பகுதியும் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதி ஓட்டிற்குத் தேவையான சுண்ணாம்புப் பொருளைச் சுரக்கிறது. இவை செவுள்களால் சுவாசிக்கின்றன.

நத்தை, நன்னீர்மட்டி, சிப்பிகள் முதலியன மெல்லுடலிகள் ஆகும். நத்தையைப் பற்றி இப்பாடத்தில் அறிவோம்.

## நத்தை

### புறத்தோற்றம்

இது குளம் குட்டைகளிலும், வயல்வெளிகளிலும் காணப்படும். இதன் உடல் மிகவும் மென்மையானது.




படம் 13-2.
நத்தையின் புறத்தோற்றம்
1. வாய் 2. கண் 3. உணர் இழை
4. மேன்ட்டில் 5. உள்ளுறுப்புத் திரள் 6. பாதம்

இதற்கு தட்டையான பாதம் உள்ளது. இது, அதன் இயக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது. இதன் தலைப் பகுதி ஓட்டுக்கு வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. ஏதேனும் அதிர்ச்சியுண்டானால் இதன் பாதமும், உடலும் ஓட்டுக்குள் சுருங்கி விடுகின்றன. இப்போது கீழ்ப் புறமுள்ள திறப்பு சுண்ணாம்பினாலான ஒரு தட்டால் மூடப்படும். இத்தட்டு மூடி (Operculum) எனப் படும். இதன் உடல் தலை, பாதம், உள்ளுறுப்புத் திரள் (Visceral mass) என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

**பாதம்**

இது உடலின் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ளது. காலில் உள்ள குறுக்கு நெடுக்குத் தசைகள் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன.

**தலை**

இது உடலின் முன் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இதில் இரண்டு ஜோடி உணர் இழைகள் உள்ளன. இதில் முன் இரு உணர் இழைகள், பின் இரு உணர் இழைகளைக் காட்டிலும் குட்டையாக உள்ளன. பின் இரு உணர் இழைகளில் கண்கள் உள்ளன. வாய், தலையின் அடிப்பகுதியில் உள்ளது.

**உள்ளுறுப்புத் திரள் (Visceral mass)**

உடலின் முக்கியமான இப்பகுதி பாதத்திற்கு மேலே உள்ளது. உள்ளுறுப்புத் திரள் மென்மையான சுருள் போன்ற அமைப்பாகும். இது கடினமான ஓட்டினால் சூழப்பட்டுள்ளது. ஓட்டிற்குக் கீழே, சுவாசத் துளை உள்ளது.

**வினாக்கள்**

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

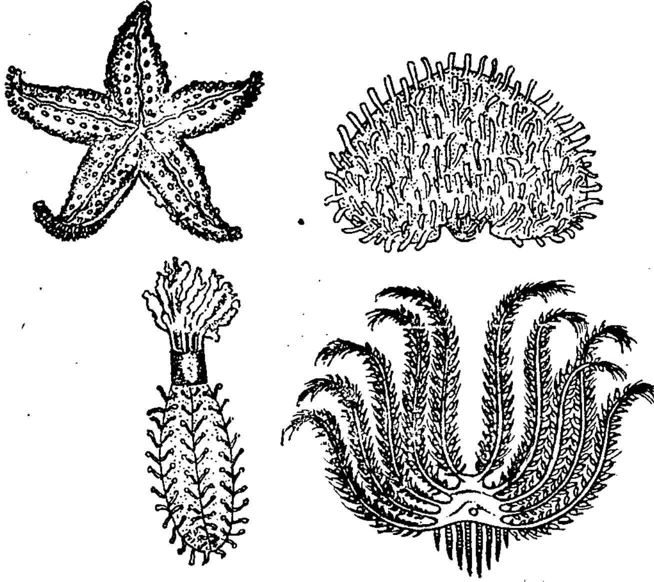
1. மேன்ட்டில் எனப்படுவது யாது?
2. மெல்லுடலிகள் எவற்றால் சுவாசிக்கின்றன?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. மெல்லுடலிகளின் சிறப்புப் பண்புகள் யாவை?
2. நத்தையின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

# 14. முட்தோலிகள்

இவை யாவும் கடல்வாழ் விலங்குகளாகும். இவற்றின் உடல் ஆரச் சமச்சீர் (Radial symmetry) உடையது. உடல் கடினமான சுண்ணாம்புத்தட்டுகளால் மூடப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கூட்டின்மீது உறுதியான,



படம் 14-1.
முட்தோலிகள்

கடினமான முட்கள் உள்ளன. இதனால் இவை முட் தோலிகள் எனப்படுகின்றன. முட்தோலிகளில் நீரோட்ட மண்டலம் காணப்படுகிறது. இது முக்கியமாக இடப் பெயர்ச்சிக்கு உதவுகிறது.

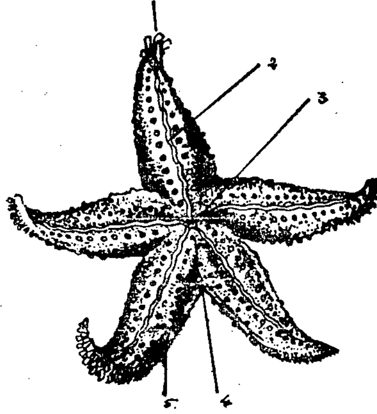
நட்சத்திர மீன், முறிநட்சத்திரம் (Brittle star), கடல் அல்லிகள் முதலியன முட்தோலிகள் ஆகும்.

நட்சத்திர மீன் பற்றி இப்பாடத்தில் அறிந்து கொள்ளு வோம்.

## நட்சத்திர மீன்

### புறத்தோற்றம்

இது கடலில் மணல், பாறைப் பகுதிகளில் வாழ் கிறது. இதன் உடலில், மையத்தில் ஒரு தட்டுபோன்ற




படம் 14-2.
நட்சத்திர மீனின் புறத்தோற்றம்
1. கை 2. வரிப்பள்ளம் 3. மலப்புழை
4. வாய்ப் பக்கம் 5. குழாய்க் கால்கள்

பகுதி காணப்படுகிறது. தட்டிலிருந்து ஐந்து கைகள் வெளிநோக்கி நீண்டுள்ளன. இதனால் இது நட்சத்திர வடிவமாகக் காணப்படுகிறது. எனவே இதற்கு நட்சத் திர மீன் என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது. இந்த கைகள் அடிப்பகுதியில் அகன்றும், நுனிப்பகுதியில் குறுகியும் காணப்படுகின்றன.

இதன் கீழ்ப்பாகம் வாய்ப் பக்கம் (Oral side) எனப்படுகிறது. இதன் மையப்பகுதியில் வாய் காணப்

படுகிறது. வாயைச் சுற்றிலும் **பெரிஸ்ட்டோம்** என்னும் மெல்லிய சவ்வு காணப்படுகிறது. இதன் வாய் ஐந்துகோண வடிவில் உள்ளது. ஒவ்வொரு கோணமும் ஒரு கையை நோக்கியுள்ளது. ஒவ்வொரு கையின் நடுப்பகுதியிலும், வாயின் கோணத்திலிருந்து கையின் நுனிவரை நீண்டிருக்கும் குறுகிய வரிப்பள்ளம் உள்ளது. இதற்கு **இயங்கு வரிப்பள்ளம்** என்று பெயர். இப் பள்ளங்களில் பல மெல்லிய கால்கள் உள்ளன. இவற் றிற்குக் **குழாய்க் கால்கள்** என்று பெயர். உடலின் மேற்பக்கத்தில் மையத்தட்டின் நடுவே மலப்புழை உள்ளது.

### வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

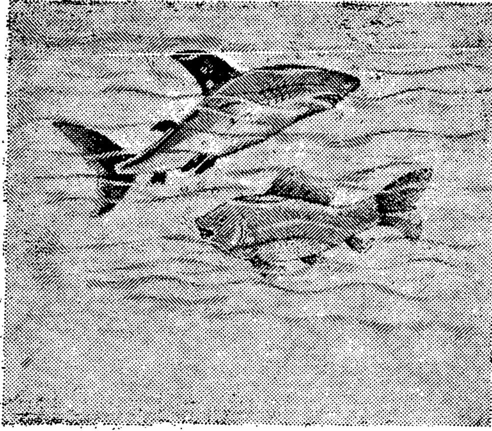
1. *முட்தோலிகள் என்றால் என்ன?*
2. *நட்சத்திர மீனுக்கு அப்பெயர் ஏற்படக் காரணம் என்ன?*
3. *இயங்கு வரிப்பள்ளம் என்றால் என்ன?*
4. *குழாய்க் கால்கள் என்றால் என்ன?*

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. முட்தோலிகளின் சிறப்புப் பண்புகளை விவரி.
2. நட்சத்திர மீனின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

## 15. மீன்கள்

மீன்கள் நீரில் வாழ்வன ஆகும். இவை செவுள் களால் சுவாசிக்கின்றன. இவற்றின் உடல் செதில் களால் மூடப்பட்டுள்ளன. இவை குளிர் இரத்தப் பிராணிகளாகும். இப்பாடத்தில் சுறாமீனைப்பற்றிப் படிப்போம்.

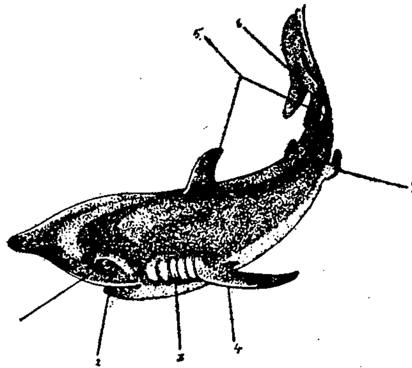


படம் 15-1.
மீன்கள்

## சுறாமீன்

### சுறாமீனின் புறத்தோற்றம்

இது நீண்ட உடலைக் கொண்டது. இதன் நடுப் பகுதி அகன்றும் இரு முனைகளும் குறுகியும் உள்ளன.




படம் 15-2. சுறாமீனின் புறத் தோற்றம்
1. கண் 2. வாய் 3. செவுள் பிளவுகள் 4. மார்புத் துடுப்பு 5. முதுகுப்பக்கத் துடுப்புகள் 6. வால் துடுப்பு 7. இடுப்புத் துடுப்பு

இதனால் இது எளிதாக நீந்த முடிகிறது. இதன் உடல் செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. இச்செதில்கள் இதற்குப் பாதுகாப்பை அளிக்கின்றன. இச்செதில்களுக்கு **பிளக்காய்டு செதில்கள்** என்று பெயர். இதன் உடல் மூன்று பிரிவுகளைக் கொண்டது. அவை தலை, உடம்பு, வால் என்பனவாகும். இதன் தலை தட்டையாகவும் முன்பகுதி சற்று நீண்டும் காணப்படுகிறது. இதன் தலையில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரு பெரிய கண்கள் உள்ளன. கண்களில் மேல், கீழ் இமைகள் உள்ளன. அவை அசைவற்றவை. மூன்றாம் வகை இமையும் இதற்கு உண்டு. அது கீழிருந்து மேலாக கண்ணை மூடும். இதற்கு **நிக்டிடேடிங் சவ்வு** என்று பெயர். வாய்க்கு முன் கீழ்ப்பகுதியில் இரண்டு நாசித்துவாரங்கள் காணப்படுகின்றன. வாய்க்கும் மார்புத் துடுப்புகளுக்குமிடையே பக்கத்துக்கு ஐந்து பிளவுகள் காணப்படுகின்றன. அவை **செவுள் பிளவுகள்** ஆகும்.

இதன் வாய் குறுகியும் மேல்நோக்கி வளைந்தும் காணப்படுகிறது. இது தலையின் அடிப்பக்கத்தில் முன் முனைக்குச் சற்றுத் தள்ளி அமைந்துள்ளது. **துடுப்புகள்** மீன்களின் சிறப்பு அம்சங்களாகும். இருவகையான துடுப்புகள் இம்மீனில் காணப்படுகின்றன. இவை இணைத் துடுப்புகள், ஒற்றைத் துடுப்புகள் எனப்படும். இணைத் துடுப்புகள் ஜோடிகளாகவும், ஒற்றைத் துடுப்புகள் தனித்தும் காணப்படுகின்றன. மார்புத் துடுப்புகளும், இடுப்புத் துடுப்புகளும் இணைத் துடுப்புகளாகும். இரண்டு முதுகுப்பக்கத் துடுப்புகளும், ஒரு வயிற்றுப்புறத் துடுப்பும், வால் துடுப்பும் ஒற்றைத் துடுப்புகள் ஆகும். இடுப்புத் துடுப்புகளுக்கு இடையே பொது கழிவறைப் புழை காணப்படுகிறது.

இதற்கு உணவு மண்டலம், மூச்சு மண்டலம், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், நரம்பு மண்டலம், இனப்பெருக்க மண்டலம் முதலிய மண்டலங்கள் உண்டு.

இவற்றில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியே காணப்படுகின்றன. இது குட்டி போட்டு இனப் பெருக்கம் செய்யும்.

### வினாக்கள்

அ. சுருக்கமாக விடையளி

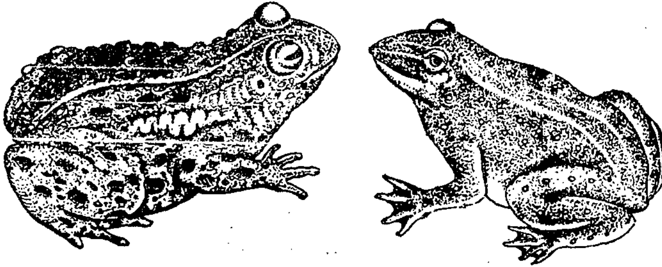
1. மீன்கள் எதனால் சுவாசிக்கின்றன?
2. பிளக்காய்டு செதில்கள் எனப்படுவன எவை?
3. மீன்களில் காணப்படும் இருவகைத் துடுப்புகள் யாவை?
4. நிக்டிடேடிங் சவ்வு எனப்படுவது யாது?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. சுறாமீனின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

## 16. நீர்நில வாழ்வன

இவை நீரிலும், நிலத்திலும் வாழக்கூடியவை. இவ்வாழ்க்கை முறைக்கு ஏற்ப இவற்றிற்கு உறுப்புகள்



படம் 16-1.
நீர்நில வாழ்வன

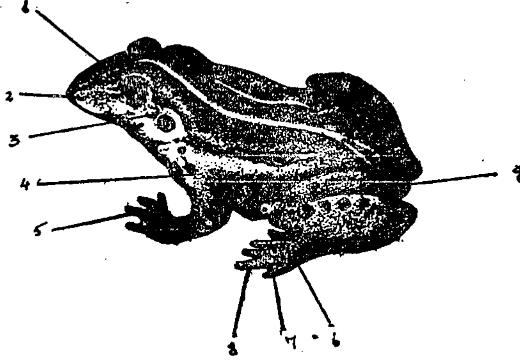
அமைந்துள்ளன. இவற்றிற்கு கால்கள் உண்டு. தவளை நீரில் நீந்துவதற்கேற்ப, துடுப்புப் பாதங்கள் காணப்

படுகின்றன. தவளை நுரையீரல், செவுள்கள், தோல் இவற்றின் மூலம் சுவாசிக்கின்றன. தவளை, தேரை முதலியன நீர்நில வாழ்வனவாகும். இப்பாடத்தில் தவளையைப்பற்றி அறிந்துகொள்வோம்.

## தவளை

### புறத்தோற்றம்

இதன் உடலானது தலை, உடம்பு என இரண்டு பிரிவுகளாகக் காணப்படுகிறது. இதற்குக் கழுத்து




படம் 16-2.

தவளையின் புறத்தோற்றம்

1. கண் 2. நாசித்துவாரம் 3. செவிப்பறை

4. முன்னங்கால் 5. முன்னங்கால் விரல்கள்

6. பின்னங்கால் விரல்கள் 7. சவ்வு 8. பின்னங்கால் பாதம்

9. பொதுக் கழிவறைப் புழை

இல்லை. இதன் தலை தட்டையாகவும் முக்கோண வடிவிலும் அமைந்துள்ளது. தலையின் முன் பகுதியில் மேல்தாடை, கீழ்த்தாடையுடன் கூடிய வாய் உள்ளது. தலையின் மேற்பகுதியில் நாசித் துவாரங்களும் பெரிய கண்களும் காணப்படுகின்றன. கண்ணில்

இயக்கமற்ற மேல் இமையும், இயங்குகின்ற கீழ் இமையும் உண்டு. கீழிமை நிக்டிடேடிங் சவ்வு என்றும் கூறப்படும். கண்களுக்குச் சற்று பின்னே வட்டவடிவ மான செவிப்பறைகள் உள்ளன.

இதன் உடம்பில் இரு ஜோடிக் கால்கள் உள்ளன. இவை முன்னங்கால்கள் எனவும், பின்னங்கால்கள் எனவும் சொல்லப்படுகின்றன. முன்னங்கால்கள் குட்டையாகவும், குறைந்த சதைப்பற்று உள்ளனவாகவும் இருக்கின்றன. இவை ஒவ்வொன்றிலும் நான்கு விரல் கள் உள்ளன. இவையாவும் தனித்து உள்ளன. பின்னங்கால்கள் நீளமாகவும் சதைப்பற்று மிக்கதாக வும் உள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றிலும் ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. இவ்விரல்கள் ஒரு சவ்வினால் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. தவளை தண்ணீரில் நீந்த இது உதவுகிறது. நிலத்தில் தத்திக் குதிப்பதற்கும் பின்னங்கால்களே உதவு கின்றன. முன்னங்கால்கள் முன் உடம்பைத் தாங்கு வதற்கே பயன்படுகின்றன.

இதன் வாய்ப்பள்ளத்தில் மேல், கீழ்த்தாடைகள் காணப்படுகின்றன. மேல்தாடையின் முன் விளிம்பில் கூரிய பற்கள் உள்ளன. மேல்தாடை அசையாது. கீழ்த்தாடை மட்டும் மேலும் கீழும் அசையும். கீழ்த் தாடையின் முன்பகுதியில் நாக்கு இணைக்கப்பட்டுள் ளது. இது தசைப்பற்றுள்ளது. பசை உடையது. இதன் பின் நுனி இரண்டாகப் பிளவுபட்டுள்ளது. உடலின் பின் முனையில் பொது கழிவுப்புழை உள்ளது. தவளைகளில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியே உள்ளன.

இதன் வாழ்க்கைப் பருவத்தில், முட்டைப் பருவத் திலிருந்து முழு உருவம் அடையும் வரை இது பல்வேறு உருவங்களைப் பெறுகிறது. இதற்கு **உருமாற்றம்** என்று பெயர்.

### வினாக்கள்

அ. சுருக்கமாக விடையளி

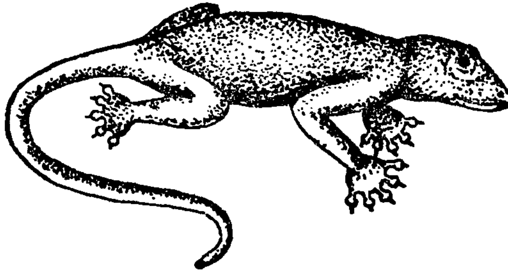
1. நீர்நில வாழ்வன எவ்வாறு சுவாசிக்கின்றன?
2. தவளையின் தலை எவ்வாறு அமைந்துள்ளது?
3. தவளையின் முன்னங்கால்களில் எத்தனை விரல்கள் உள்ளன?
4. தவளையின் பின்னங்கால்களிலுள்ள விரல்கள் எத்தனை?
5. தவளை நீந்துவதற்கேற்ப அதன் பின்னங் கால்கள் எவ்வாறு அமைந்துள்ளன?
6. தவளையின் நாக்கு எவ்வாறு உள்ளது?
7. உருமாற்றம் என்றால் என்ன?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. தவளையின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

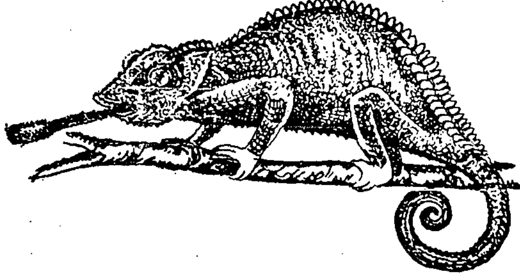
## 17. ஊர்வன

இவை ஊர்ந்து செல்லும் பிராணிகள். இவை நிலத்திலோ, நீரிலோ வாழ்கின்றன. இவற்றிற்கு ஐந்து

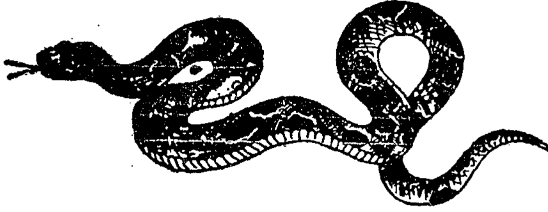


படம் 17-1. ஊர்வன
(a) பல்லி

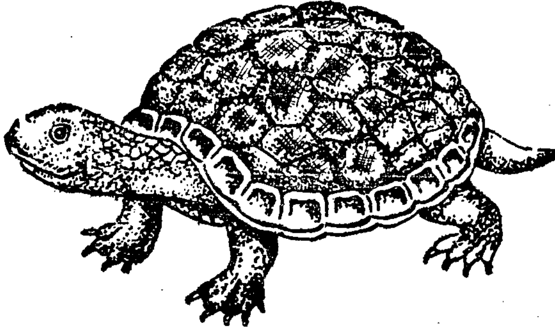
விரல்களைக் கொண்ட கால்கள் உண்டு. இவற்றின் தோல் உறுதியான, செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளது.



(b) பச்சோந்தி



(c) பாம்பு



(d) ஆமை

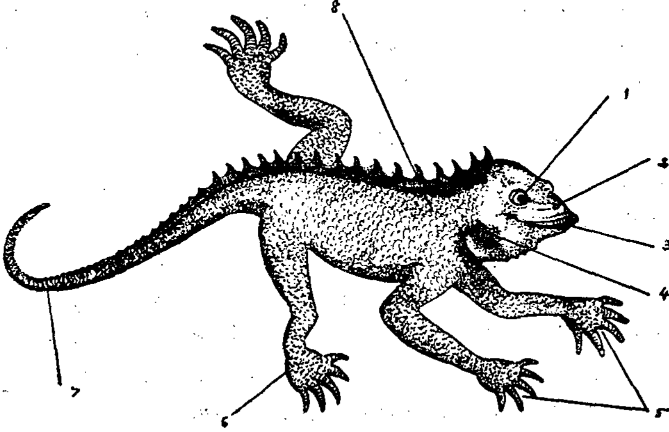
இவை நுரையீரல் மூலம் சுவாசிக்கின்றன. இவை குளிர் இரத்தப் பிராணிகள் ஆகும். ஓணான், பல்லி,

பச்சோந்தி, பாம்புகள், முதலை, ஆமை முதலியன இப்பிரிவைச் சார்ந்தவையாகும். இப்பாடத்தில் ஓணானைப்பற்றி அறிவோம்.

## ஓணான்

### புறத்தோற்றம்

இதன் உடல் தலை, உடம்பு, வால் என்னும் மூன்று பிரிவுகளை உடையது. இதன் தலை, உடம்புடன் கழுத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன்




படம் 17-2.

ஓணானின் புறத்தோற்றம்

1. கண் 2. நாசித்துவாரம் 3. வாய்
4. செவிப்பறை 5. முன்னங்கால்கள் 6. பின்னங்கால்
7. வால் 8. உடல் செதில்கள்

உடல் கூரிய முட்செதில்களையுடைய புறத்தோலால் மூடப்பட்டுள்ளது. கழுத்திலும், உடல்பிரிவிலும் மேல் பகுதியில் இக்கூரிய முட்கள் அடர்ந்து காணப்படுகின்றன.

தலையின் முனையில் வாய் உள்ளது. வாய் முனைக்குப் பின்னால் இரு நாசித்துவாரங்கள் உள்ளன. தலையின் இருபக்கங்களிலும், பக்கத்துக்கு ஒன்றாக இரு கண்கள் காணப்படுகின்றன. கண்களின் மேலிமைகள் தடித்தும், கீழிமைகள் மெல்லியனவாகவும் உள்ளன. இவைகள் மட்டுமின்றி மெல்லிய **நிக்டிடேடிங் சவ்வும்** காணப்படுகிறது. கண்களுக்குச் சற்று கீழே செவித்துளைகள் உள்ளன. இத்துளையின் மேல்பகுதியில் **செவிப்பறை சவ்வு** உள்ளது. உடலின் பின் முனையில், வாலும் உடலும் இணையும் இடத்தில் **பொதுக் கழி வறைப்புழை** உள்ளது. இதற்கு இரண்டு முன்னங்கால் களும், இரண்டு பின்னங்கால்களும் உள்ளன. ஒவ்வொரு காலிலும் கூரிய நகங்களையுடைய ஐந்து விரல்கள் உள்ளன.

இதன் வாயில் இரு தாடைகளிலும் கூரிய பற்கள் உள்ளன. வாயின் கீழ்த்தாடையில் அடிப் பகுதியில் தசையாலான நாக்கு உள்ளது. இவற்றில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியே காணப்படு கின்றன. இனப்பெருக்கக் காலத்தில் கழுத்துப்பாகம் சிவந்திருப்பதிலிருந்து ஆண் இனத்தை அறிந்து கொள்ள இயலும். இவை முட்டையிட்டு குஞ்சு பொரிக்கும் தன்மை உடையனவாகும்.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

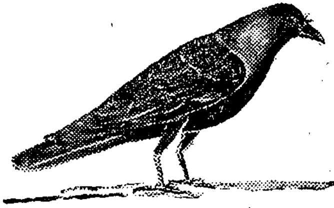
1. செவித்துளைகள் எங்குள்ளன?
2. செவிப்பறை சவ்வு என்பது யாது?
3. ஓணானின் ஆண் இனத்தை எவ்வாறு கண்டறியலாம்?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

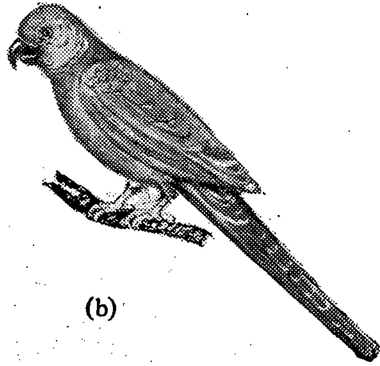
1. ஊர்வனவற்றின் சிறப்புப் பண்புகளைக் கூறுக.
2. ஓணானின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

## 18. பறவைகள்

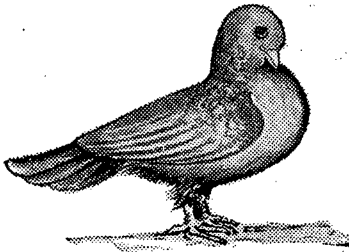
இவை வெப்ப இரத்தப் பிராணிகளாகும். இவற்றின் தோல் இறகுகளால் மூடப்பட்டுள்ளது. இவற்



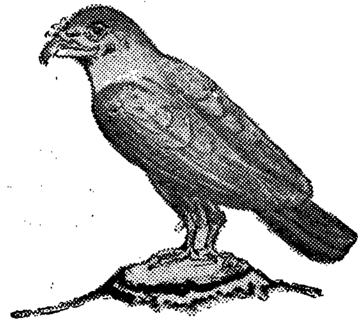
(a)



(b)



(c)



(d)

படம் 18-1. பறவைகள்
(a) காகம் (b) கிளி (c) புறா (d) பருந்து

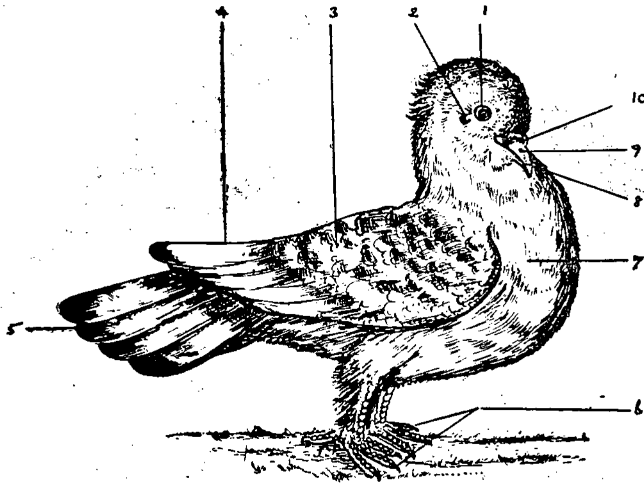
றிற்கு இறக்கைகள் உண்டு. இவற்றிற்கு பற்கள் இல்லை. உறுதியான அலகு உண்டு. இவை நுரையீரல் மூலம் சுவாசிக்கின்றன.

புறா, காகம், குருவி, கிளி, பருந்து போன்றவை பறவைகளாகும்.

## புறா

### புறத்தோற்றம்

இதன் உடல் தலை, உடம்பு, வால் என மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது. தலை நீண்ட கழுத்தால்




படம் 18-2.
புறாவின் புறத்தோற்றம்
1. கண் 2. செவிப்பறை 3. இறக்கை
4. இறக்கை இறகு 5. வாலிறகு 6. விரல்கள்
7. உடலிறகு 8. வாய் 9. நாசித்துளைகள் 10. அலகு

உடம்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தலையில் அலகு காணப்படுகிறது. வாயின் மேலுதடும், கீழுதடுமே அலகாக

மாறியுள்ளன. அலகின் அகன்ற பகுதியில் இரண்டு வெளி நாசித்துளைகள் உள்ளன. அவற்றின் அருகே பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரு கண்கள் உள்ளன. கண் களுக்கு அசையும் தன்மையுள்ள மேல், கீழ் இமை களும், ஒளி ஊடுருவக்கூடிய **நிக்டிடேட்டிங் சவ்வும்** பாதுகாப்பாக உள்ளன. கண்களுக்குச் சற்று கீழே **செவித்துளைகள்** காணப்படுகின்றன. செவித்துளை, வெளிக்காதுக் குழலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அக் குழலின் அடிப்பகுதியில் **செவிப்பறை** உள்ளது.

**உடம்பு**

இதன் உடல் தடித்து உள்ளது. இதன் உடல் சிறகுகளால் மூடப்பட்டுள்ளது. இரண்டு இறக்கைகளும், இரண்டு கால்களும், ஒரு வாலும் உடலுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. பறக்காத சமயத்தில் இறகுகள் 'Z' வடிவில் மடித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. பறக்கும்போது, இறகுகள் வலுமிக்க பறக்கும் தசைகளால் இயக்கப்படுகின்றன. காலின் மேற்பகுதி தொடை எனப்படுகிறது. இது உடம்போடு இணைந்துள்ளது. இது சிறகுகளால் மூடப் பட்டுள்ளது. காலின் மற்ற பகுதிகள் செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளன. இதன் கால்களில் நான்கு விரல்கள் உண்டு. ஒரு விரல் பின்னோக்கியும், மூன்று விரல்கள் முன்னோக்கியும் அமைந்துள்ளன. விரல்களில் கூரிய நகங்கள் உள்ளன. இதன் வால் சிறியது. இது பன்னி ரண்டு வாலிறகுகளைக் கொண்டு விசிறி வடிவில் உள்ளது. வாலிற்கு மேலே எண்ணெய்ச் சுரப்பி ஒன்று உள்ளது. இது சுரக்கும் எண்ணெய் இறகுகளை சுத்தப் படுத்த உதவுகிறது. வாலின் கீழ்ப்பக்கத்தில் பொதுக் கழிவுத்துளை உள்ளது. ஆண், பெண் இனங்கள் தனியாக உள்ளன. இவை முட்டையிட்டு குஞ்சு பொரிக்கின்றன.

## வினாக்கள்

அ. சுருக்கமாக விடையளி

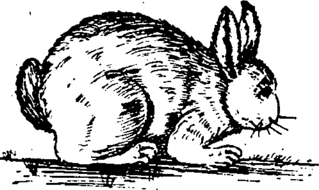
1. பறவைகளின் உடல் எவற்றால் மூடப் பட்டுள்ளன?
2. எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளின் பயன் யாது?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. பறவைகளின் சிறப்புப் பண்புகளைக் குறிப் பிடுக.
2. புறாவின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

# 19. பாலூட்டிகள்

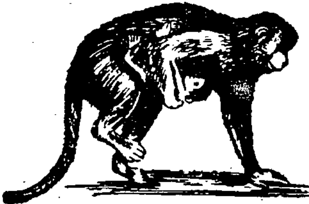
இவற்றின் உடல் உரோமத்தால் மூடப்பட்டு இருக்கும். இவற்றிற்குக் காதுமடல்கள் உண்டு. இவை



(a)



(b)



(c)



(d)

படம் 19-1. பாலூட்டிகள்
(a) முயல் (b) எலி (c) குரங்கு (d) கங்காரு

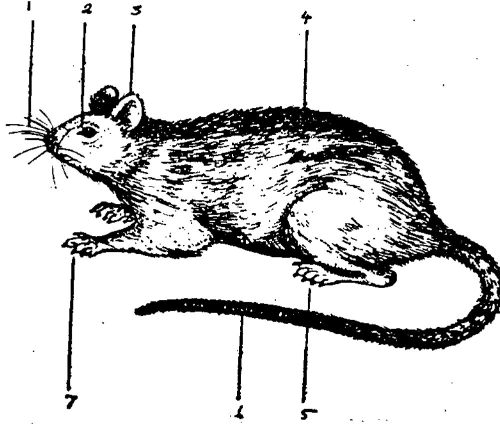
குட்டிபோட்டு பாலூட்டுகின்றன. இதனால் இவை **பாலூட்டிகள்** என்னும் பெயர் பெற்றன. இவற்றின் பெண் இனத்திற்கு **பால் சுரப்பிகள்** உண்டு. இவை வெப்ப இரத்தப் பிராணிகள் ஆகும்.

எறும்புத் தின்னி, குரங்கு, டால்பின், எலி, முயல் போன்றவை பாலூட்டிகளாகும்.

## எலி

### புறத்தோற்றம்

இதன் உடல் தலை, உடம்பு, வால் என மூன்று பகுதிகளைக்கொண்டது. தலை, உடம்புடன் கழுத்தால்




படம் 19-2.
எலியின் புறத்தோற்றம்
1. மீசை உரோமம் 2. கண் 3. காதுமடல் 4. உடம்பு
5. பின்னங்கால் 6. வால் 7. முன்னங்கால்

இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் உடல் உரோமத்தால் மூடப்பட்டுள்ளது. இதன் தலை சற்று நீண்டு காணப்படுகிறது. அதன் நுனியில் இரண்டு நாசித் துளைகள் அமைந்துள்ளன. நாசித்துளையின் இருபுறங்

களிலும் நீண்ட மீசை உரோமங்கள் உள்ளன. தலையின் முன்பகுதியின் அடிப்பக்கத்தில் வாய் காணப்படுகிறது. இதற்கு மேலுதடும், கீழுதடும் உண்டு. வாய்ப் பள்ளத்தின் அடித்தளத்தில் தசையாலான நாக்கு அமைந்துள்ளது.

இதற்குப் பற்கள் உண்டு. இரு தாடைகளின் ஓரங்களிலும் பற்கள் உள்ளன. எல்லா பற்களும் ஒரே மாதிரியாக அமையவில்லை. பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரு கண்கள் தலையின் மேற்பகுதியில் அமைந்து உள்ளன. கண்களுக்குச் சற்று பின்புறம் **காதுமடல்கள்** உள்ளன. இது பாலூட்டிகளின் சிறப்புப் பண்பாகும்.

இதன் உடம்பு மார்பு, வயிறு என இரு பகுதிகளைக் கொண்டது. இதன் உடம்பில் நான்கு கால்கள் இணைந்துள்ளன. உடம்பின் முன்பகுதியில் முன்னங்கால்களும், பின்பகுதியில் பின்னங்கால்களும் இணைந்துள்ளன. முன்னங்கால்களிலும் பின்னங்கால்களிலும் ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. எல்லா விரல்களிலும் கூர்மையான நகம் உண்டு.

இதன் நீளமான வால், அடிப்பகுதியில் பருத்தும், முனைப் பகுதியில் குறுகியும் உள்ளது. அது செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. உடம்பின் பின் பகுதியில் வாலின் அடிப்பகுதிக்கு அருகே **மலவாயும், சிறுநீரக இனப்பெருக்கப் புழையும்** உள்ளன. பெண் எலியினுடைய உடம்பின் அடிப்பக்கத்தில் இணையாக அமைந்த **பால் சுரப்பிகள்** உள்ளன.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. பாலூட்டிகள் எனும் பெயர் ஏற்படக் காரணமென்ன?

2. பாலூட்டிகளுள் இரண்டின் பெயர்களைக் குறிப்பிடுக.

ஆ. **விரிவாக விடையளி**

1. பாலூட்டிகளின் சிறப்புப் பண்புகளைக் கூறுக.
2. எலியின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

# (ஈ) செல்கள், திசுக்கள், உறுப்புகள், உறுப்பு மண்டலங்கள்

## 20. செல்லின் அமைப்பு

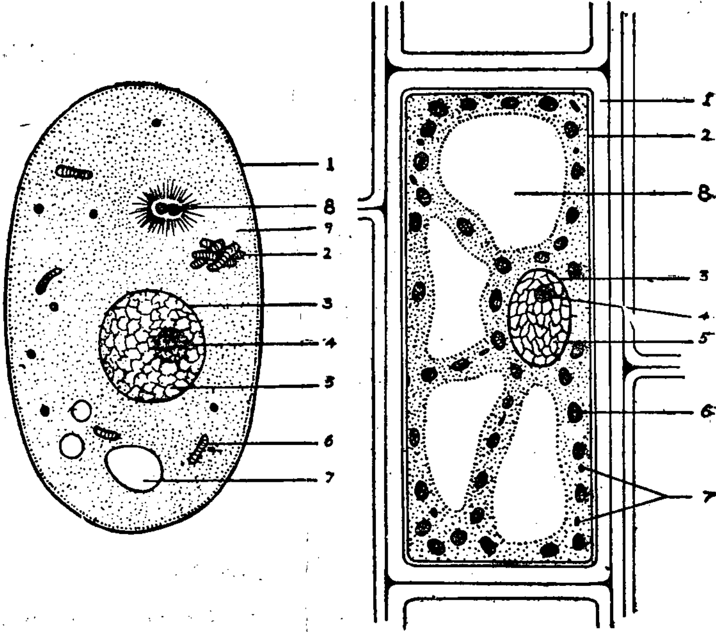
எல்லா உயிரினங்களின் உடலும் செல்கள் என்னும் அடிப்படை அலகுகளால் ஆனவை.

முதலில் நாம் செல்லின் அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வோம்.

### (1) தாவர செல்லின் அமைப்பு

செல்லின் வெளிப்புறத்தில் **செல்சுவர்** காணப்படுகிறது. இது செல்லுலோசால் ஆனது. இதற்குள்ளே உயிர்ப்பொருளான **புரோட்டோப்ளாசம்** காணப்படுகிறது. புரோட்டோப்ளாசத்தில் இரு பகுதிகள் உண்டு. அவை **சைட்டோப்ளாசம்**, **நியூக்ளியஸ்** என்பனவாம். சைட்டோப்ளாசம் ஓர் அடர்த்தியான திரவமாகும். இது செல்லின் பெரும்பகுதியை நிரப்புகிறது. நியூக்ளியஸ் சைட்டோப்ளாசத்தில் பொதிந்துள்ளது. இது பொதுவாக கோள வடிவமானது. சைட்டோப்ளாசத்தைவிட அடர்த்தி மிகுந்தது. உயிரினத்தின் மரபு குணங்களுக்குக் காரணமான பொருள் நியூக்ளியஸில் உள்ளது. ஒரு செல்லில் பொதுவாக ஒரு நியூக்ளியஸ் தான் காணப்படும். சைட்டோப்ளாசத்தில் ஆங்காங்கே சில **இடைவெளிகள்** உள்ளன. இவை **செல்**

ரசம் என்னும் கரைசலால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. இவற்றிற்கு **வாக்குவோல்கள்** என்று பெயர். மைட்டோ




படம் 20-1.

| விலங்கு செல்லின் அமைப்பு | தாவர செல்லின் அமைப்பு |
|---|---|
| 1. செல்சவ்வு (அ) பிளாஸ்மா சவ்வு | 1. செல் சுவர் |
| 2. கோல்கை உறுப்புகள் | 2. சைட்டோப்ளாசம் |
| 3. நியூக்ளியஸ் | 3. நியூக்ளியஸ் |
| 4. நியூக்ளியோலஸ் | 4. நியூக்ளியோலஸ் |
| 5. நியூக்ளியார் வலைப் பின்னல் | 5. நியூக்ளியார் வலைப் பின்னல் |
| 6. மைட்டோகான்டிரியா | 6. குளோரோபிளாஸ்ட் (பசுங்கணிகம்) |
| 7. வாக்குவோல் | 7. மைட்டோகான்டிரியா |
| 8. சென்ட்ரியோல் | 8. வாக்குவோல் |
| 9. சைட்டோப்ளாசம் | |

காண்டிரியா, பசுங்கணிகங்கள் முதலிய அங்கங்களும் சைட்டோப்ளாசத்தில் காணப்படுகின்றன.

## (2) விலங்கு செல்லின் அமைப்பு

விலங்கு செல்களுக்கு செல்சுவர் கிடையாது. விலங்கு செல்லின் வெளிப்புறம் **செல்சவ்வு** காணப்படுகிறது. இதற்குள்ளே **புரோட்டோப்ளாசம்** உள்ளது. இது **நியூக்ளியஸ்,** அதைச் சுற்றிலுமுள்ள **சைட்டோப்ளாசம்** என இரு பகுதிகளைக் கொண்டது. சைட்டோப்ளாசத்தில் **சென்ட்ரோசோம், கோல்கை உறுப்புகள், மைட்டோகாண்டிரியா** முதலியன காணப்படுகின்றன. ஆங்காங்கே **வாக்குவோல்கள்** காணப்படுகின்றன. இவை அளவிற் சிறியனவாகக் காணப்படுகின்றன.

## தாவர செல்லுக்கும், விலங்கு செல்லுக்குமுள்ள வேறுபாடுகள்

தாவர செல், விலங்கு செல் அமைப்புகளைக் கவனி. ஏதேனும் வேறுபாடு காணப்படுகிறதா? தாவர செல்லுக்கு **செல்சுவர்** உண்டு. ஆனால் விலங்கு செல்லுக்கோ **செல்சவ்வு** மட்டும்தான் காணப்படுகிறது. தாவர செல்லில் **குளோரோபிளாஸ்ட்டுகள்** உண்டு. விலங்கு செல்லில் இவை இல்லை. தாவர செல்லில் **வாக்குவோல்கள்** பெரியனவாக உள்ளன. விலங்கு செல்களில் இவை மிகச்சிறியனவாக உள்ளன. இவ்வாறு தாவர செல்களும் விலங்கு செல்களும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. உயிரின் அடிப்படை அலகு யாது?
2. புரோட்டோப்ளாசத்திலுள்ள இரு பகுதிகள் யாவை?

3. உயிரினததின் மரபுக் குணங்களுக்குக் காரண மான பகுதி எது?
4. விலங்கு செல்லுக்கு செல்சுவர் உண்டா?
5. குளோரோபிளாஸ்ட்டுகள் எந்த வகை செல்லில் காணப்படுகின்றன?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. தாவர செல்லின் அமைப்பை விவரி.
2. விலங்கு செல்லின் அமைப்பை விவரி.
3. தாவர செல்லுக்கும், விலங்கு செல்லுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளை விவரி.

## 21. திசுக்கள்

உயர் விலங்குகள், தாவரங்கள் இவற்றின் உடல் பல செல்களாலானது. இந்த செல்கள் அமைப்பிலும், அவை செய்யும் பணியிலும் வேறுபடுகின்றன. ஒரே மாதிரியான அமைப்பையும், செயலையும் கொண்ட பல செல்கள் ஒரு தொகுதியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய தொகுதிக்குத் **திசு** என்று பெயர்.

### தாவரத் திசுக்கள்

**1. பாரன்கைமா**

இந்தத் திசுவின் செல்களின் சுவர் மெல்லியதாக உள்ளது. செல்களில் சைட்டோப்ளாசமும், நியூக்ளியஸும் உள்ளன. ஒரு தாவரத்தின் முக்கியமான வளர் சிதை மாற்ற மாறுபாடுகள் இந்தத் திசுவில் நடைபெறு கின்றன. இது சேமிப்பிற்கும் பயன்படுகிறது.

**2. கோலன்கைமா**

இத்திசுக்கள் பாரன்கைமாவை ஒத்துள்ளன. ஆனால் இவற்றின் சுவர் சில இடங்களில் குறிப்பாக

பல செல்கள் சந்திக்கும் மூலைகளில் தடித்துக் காணப் படுகின்றது. இத்திசு, வளரும் அங்கங்களுக்கு வலு அளிக்கிறது.

### 3. ஸ்கிளிரன்கைமா

இத்திசுவின் செல்களில், சைட்டோப்ளாசம் நியூக்ளியஸ் ஆகியவை கிடையாது. இவற்றின் சுவர் மிகவும் தடித்துக் காணப்படுகிறது. தாவர அங்கங் களுக்கு வலுவளிப்பது இவற்றின் பணியாகும்.

### 4. சைலம்

இத்திசுவில் பலவகையான செல்கள் உள்ளன. நீரையும் கனிமங்களையும் வேரிலிருந்து தண்டிற்கும் மற்ற பகுதிகளுக்கும் கடத்துவது இத்திசுவின் பணி யாகும். சைலத்தில் முதலில் தோன்றும் பகுதியில் செல்கள் சிறியனவாக உள்ளன. இது **புரோட்டோ சைலம்** எனப்படும். சைலத்தின் மற்ற பகுதி **மெட்டா சைலம்** எனப்படும்.

### 5. ப்ளோயம்

இத்திசுவிலும் பலவகையான செல்கள் உள்ளன. உணவுப் பொருள்களை இலையிலிருந்து மற்ற பகுதி களுக்குக் கடத்துவது இத்திசுவின் பணியாகும்.

பொருள்களை ஒரு தாவரத்தின் பல பகுதிகளுக்கும் கடத்தும் பணியில் ஈடுபடும் மேற்கூறிய இரண்டு திசுக்களும், ஒரு கற்றையாக இணைந்திருக்கும். இக் கற்றைக்கு **சாற்றுக்கற்றை** என்று பெயர்.

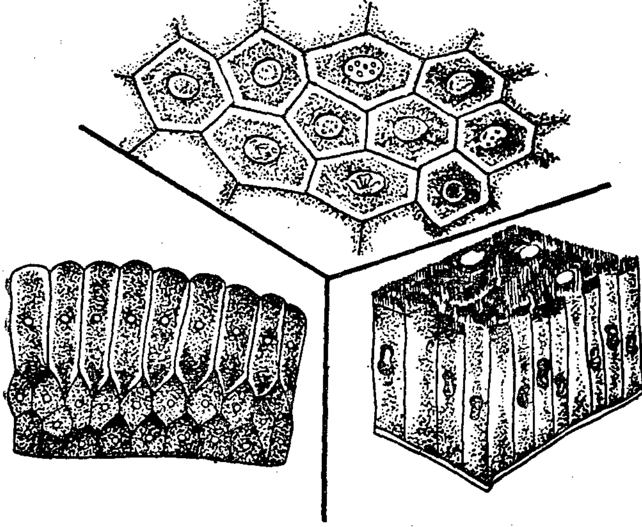
### 6. ஆக்கத் திசு

இத்திசுவின் செல்கள் தொடர்ந்து பகுப்படையும் தன்மை உடையன. ஒரு தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான புதிய செல்களைத் தோற்றுவிப்பது இத் திசுவின் பணியாகும்.

## விலங்கு திசுக்கள்

### 1. எபிதீலியத் திசுக்கள்

இது உடலின் வெளிப்பகுதியிலோ உட்பகுதியிலோ, புறப்பரப்பை உறைபோல மூடியுள்ளது. இது



படம் 21-1.
விலங்கு திசுக்கள்

அங்கங்களுக்குப் பாதுகாப்பு அளிக்கிறது. சுரப்பு அங்கங்களிலும், உணர்வு அங்கங்களிலும் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. இத்திசு வயிறு, குடல் இவற்றின் உட்சுவர், மூளைப் பகுதி, இருதயம், இரத்தநாளங்கள், தோல் இவற்றில் காணப்படுகிறது.

### 2. இணைப்புத் திசுக்கள்

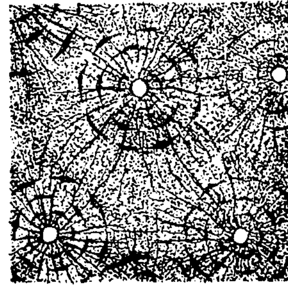
இத்திசுவில் ஜெலாடினாலான தளப்பொருள் காணப்படுகிறது. தளப்பொருளில் **மஞ்சள் நார்கள், வெள்ளை நார்கள்** என இருவகை நார்கள் உள்ளன.

இது உடலைத் தாங்குவதற்கும், உடலின் பல திசுக்களை ஒன்றாக இணைக்கவும் உதவுகிறது. குறுத்தெலும்பு (Cartilage) எலும்பு தசைநார்கள் (Tendons) ஆகியவை இத்திசுவிற்கு உதாரணங்கள் ஆகும்.

### 3. சுருங்கு திசு அல்லது தசைத்திசுக்கள் (Contractile or Muscular Tissues)

இவை தசை செல்களாலானவை. தசை செல்கள் நீளமாக இருப்பதால் அவை **தசை நார்கள்** எனப்படுகின்றன. தசை நார்களில் புரோட்டோப்ளாசம் ஒரு தூண்டுதலுக்கு உட்படுத்தப்படும் போது சுருங்கும் தன்மையை மிகுதியாகப் பெற்றுள்ளது. எனவே இது சுருங்கு திசு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. தசைத் திசுக்களில் **வரியுள்ள சுருங்கு திசுக்கள்** (Striated Tissues), **வரியற்ற சுருங்கு திசுக்கள்** (Non-striated Tissues), **இதய சுருங்குத்திசுக்கள்** (Cardiac Tissues), எனவும் மூன்று வகைப்படும்.

வரியுள்ள சுருங்கு திசுக்கள் எலும்புடன் இணைந்து காணப்படுவதால் இதற்கு **எலும்புத் திசு** என்றும் பெயருண்டு. வரியற்ற சுருங்கு திசுக்கள் தன்னிச்சையாக இயங்கும் உறுப்புகளில் காணப்படுவதால் இவற்றுக்கு **தானியங்கு திசுக்கள்** என்றும் பெயருண்டு. இவை உணவுக் குழல், இரத்தக் குழல்கள், நுரையீரல், சிறுநீர்ப்பை முதலியவற்றில் காணப்படும். இதய சுருங்கு திசுக்கள் இதயத்தின் சுவரில்மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இவையாவும் தானியங்கு திசுக்களாகும்.



படம் 21-2.
எலும்புத் திசு

3. இரத்தம்

இது நீர்மநிலையிலுள்ள திசு ஆகும். இதில் நீர்ம வடிவிலுள்ள தளப்பொருள் உள்ளது. இதற்கு பிளாஸ்மா என்று பெயர். பிளாஸ்மாவில் இரத்த செல்கள் விரவியுள்ளன. இரத்த சிவப்பணுக்கள் (Red Blood Corpuscles), இரத்த வெள்ளணுக்கள் (White Blood Corpuscles), இரத்த சிறுதட்டுகள் (Blood platelets) என மூன்று வகைப்படும்.

4. நிணநீர்

இது ஒரு நிறமற்ற நீர்மமாகும். இதில் பிளாஸ்மாவும், லிம்போசைட்டுகளும் சில எரித்ரோசைட்டுகளும் உள்ளன. இது நிணநீர் மண்டலத்தின் நாளங்களில் காணப்படுகிறது.

5. நரம்பு திசுக்கள் (Nervous Tissues)

இவை உணர்வுகளுக்கு அடிப்படையான திசுக்களாகும். நரம்பு செல்களால் ஆனது. நரம்பு செல்களில் செல் அங்கம் உள்ளது. அதிலிருந்து பல கிளைகள் பிரிந்து செல்கின்றன. கிளைகள் டென்ட்ரைட்டுகள் (Dendrites), ஆக்ஸான் (Axon) என இருவகைப்படும். நரம்பு செல்களுக்கு உணர்வுகளைக் கடத்தும் திறன் உண்டு.

6. இனப்பெருக்கத் திசுக்கள் (Germinal Tissues)

இவை இனப்பெருக்க செல்களாலானவை. இத்திசுக்கள் இனப்பெருக்கத்துக்குப் பயன்படுகின்றன. ஆண் இனப்பெருக்க செல்லாகிய விந்துவும், பெண் இனப்பெருக்க செல்லாகிய அண்டமும் இதில் அடங்கும்.

வினாக்கள்

அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. திசு என்பது யாது?
2. தாவரத் திசுக்கள் எவை?

3. விலங்கு திசுக்கள் எவை?

4. எலும்பு திசு என்றால் என்ன?

5. இரத்தம் என்பது யாது?

6. இரத்தத்தின் பகுதிப்பொருள்கள் யாவை?

7. உணர்வுகளுக்கு அடிப்படையான திசுக்கள் யாவை?

ஆ. **விரிவாக விடையளி**

1. தாவரத் திசுக்களின் வகைகளை விளக்குக.

2. விலங்கு திசுக்களின் வகைகளை விளக்குக.

## 22. உறுப்புகளும் உறுப்பு மண்டலங்களும்

தாவரங்களைக் கவனி. அவற்றில் வேர், தண்டு, இலை, பூ, காய், கனி முதலியன காணப்படுகின்றன அல்லவா? நாய், பூனை போன்ற விலங்குகளைக் கவனி. அவற்றுக்குக் கால்கள், கண்கள், காதுகள் முதலியன காணப்படுகின்றன அல்லவா? இவற்றை அவற்றின் **உறுப்புகள்** என்கிறோம். இவ்வுறுப்புகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேலை உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு செடியின் இலையில் ஒளிச்சேர்க்கை எனும் செயல் நடைபெறுகிறது. இச்செயலுக்கு ஏற்ப அதன் திசுக்கள் அமைந்துள்ளன. விலங்குகளின் கண்கள் பார்ப்பதற்கும், காதுகள் கேட்பதற்கும் ஏற்ற வகையில் அமைந்துள்ளன ஒரு குறிப்பிட்ட பணியைச் செய்வதற்கேற்றவகையில் பலவகைத் திசுக்களைக்

கொண்ட ஒரு தொகுதி **உறுப்பு** எனப்படுகிறது. இவ்வாறே பலவகை உறுப்புகளைக்கொண்ட ஒரு தொகுதி **மண்டலம்** எனப்படுகிறது.

**எலும்பு மண்டலம்**

பலவகை எலும்புகள் இம்மண்டலத்திலுள்ளன. உடல் உறுப்புகளின் பாதுகாப்பிற்கும், ஆதரவிற்கும், இயக்கத்திற்கும் இது பயன்படுகிறது.

**தசை மண்டலம்**

பலவகையான தசைகள் இம்மண்டலத்தில் உள்ளன. உறுப்புகளின் அசைவிற்கும், இயக்கத்திற்கும் இது பயன்படுகிறது.

**இரத்த ஓட்ட மண்டலம்**

இருதயம், இரத்தக்குழாய்கள், இரத்தம் இம்மூன்றும் இம்மண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன. திசுக்களுக்கு உணவையும் ஆக்சிஜனையும் கொடுக்கவும், கார்பன் டைஆக்சைடு போன்ற கழிவுப் பொருள்களை அகற்றவும் இரத்த ஓட்ட மண்டலம் பயன்படுகிறது.

**உணவு செரிப்பு மண்டலம்**

வாய், தொண்டை, உணவுக்குழல், இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல் முதலியனவும் செரிப்புநீர்ச் சுரப்பிகளும் இம்மண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன. இது உணவை செரிக்கவும், சீரணித்த உணவை உட்கிரகிக்கவும் உதவுகிறது.

**சுவாச மண்டலம்**

நாசித்துவாரம், குரல்வளை, மூச்சுக்குழல், மூச்சுக்கிளைக் குழல், நுரையீரல் முதலியன இந்த

மண்டலத்தைச் சாரும். ஆக்சிஜனை எடுத்துக்கொண்டு, கார்பன் டைஆக்சைடை வெளிவிட இது பயன்படுகிறது.

### கழிவு மண்டலம்

சிறுநீரகங்கள், சிறுநீர்ப்பை, தோல் முதலியன இம்மண்டலத்தைச் சாரும். யூரியா, உப்புகள் போன்ற கழிவுப் பொருள்களை அகற்ற, இது பயன்படுகிறது.

### நரம்பு மண்டலம்

மூளை, தண்டுவடம், நரம்புகள் முதலிய உறுப்புகள் இம்மண்டலத்திலுள்ளன. உடலின் பல்வேறு உறுப்புகள் அவற்றின் வேலைகளைச் சரிவர செய்யவும், அவற்றுக்குள் தொடர்பு ஏற்படுத்தவும் இம்மண்டலம் பயன்படுகிறது.

### இனப்பெருக்க மண்டலம்

இனப்பெருக்க உறுப்புகள், இம்மண்டலத்தைச் சார்ந்தவை. இம்மண்டலம் இனப்பெருக்கத்திற்கு உதவுகிறது.

## வினாக்கள்

அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. உறுப்பு மண்டலங்கள் என்றால் என்ன?
2. உடலிலுள்ள பல உறுப்பு மண்டலங்கள் யாவை?
3. எலும்பு மண்டலத்தின் பயன் என்ன?
4. தசை மண்டலத்தின் பயன் யாது?

5. இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தின் பயன் யாது?

6. உணவு செரிப்பு மண்டலத்தின் பயன் யாது?

7. சுவாச மண்டலத்தின் பயன் யாது?

8. கழிவு மண்டலத்தின் பயன் யாது?

9. நரம்பு மண்டலத்தின் பயன் யாது?

10. இனப்பெருக்க மண்டலத்தின் பயன் யாது?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. உறுப்பு மண்டலங்களின் வகைகளை விளக்குக.

# (உ) வேர்த்தொகுப்பு

## 23. வேர்த்தொகுப்பு

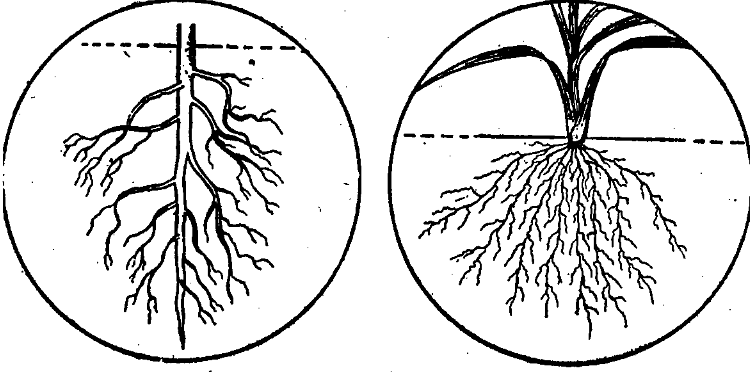
ஒரு செடியைப் பார். அதன் ஒரு பகுதி தரைக்குக் கீழும், இன்னொரு பகுதி தரைக்கு மேலும் இருக்கிறது அல்லவா? தரைக்கு மேலுள்ள பகுதி பச்சை நிறமாகவும், தரைக்குக் கீழுள்ள பகுதி நிறமற்றதாக அல்லது பழுப்பு நிறமாகவும் காணப்படுகிறது. தரைக்கு மேலுள்ள பகுதியைத் **தண்டுத்தொகுப்பு** என்றும், தரைக்குக் கீழுள்ள பகுதியை **வேர்த்தொகுப்பு** என்றும் கூறுகிறோம். வேரின் பொதுப்பண்புகள், வேரின் அமைப்பு, வேரின்வேலைகள், தாவரங்களும் தாது உப்புகளும் ஆகியவற்றைப் பற்றி இங்கு விரிவாக அறிவோம்.

ஒரு வேரின் நுனியை மூடிக்கொண்டு தொப்பி போன்ற பகுதி உள்ளது. இதற்கு **வேர் மூடி** என்று பெயர். தாழை போன்ற வேர்களில் இது தெளிவாகப் புலனாகிறது. மற்ற வேர்களில் அவ்வளவு தெளிவாகத் தெரியாவிட்டாலும் பொதுவாக நிலத்தாவரங்களின் வேர்களனைத்துக்கும் வேர் மூடி உண்டு.

வேர் நிலத்தினூடே வளரும்போது, மென்மையான வேர்நுனியை இந்த மூடி பாதுகாக்கிறது. வேர் மூடியால் சூழப்பட்டுள்ள பகுதியை **வேர்நுனி** என்கிறோம். வேரின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான புதிய செல்களைத் தோற்றுவிப்பது வேர்நுனியேயாகும். வேர்நுனிக்கு மேலுள்ள பகுதி **நீட்சிப்பகுதி** எனப்படும். வேரின் நீட்சி, இந்தப் பகுதியில் நடைபெறும். அதற்கு மேலுள்ள பகுதியை உற்றுநோக்கினால் பல மென்மையான பக்கவளரிகள் இருப்பதைக் காணலாம். இவை **வேர்த்தூவிகள்** எனப்படுகின்றன. நிலத்திலிருந்து நீரை உறிஞ்சுவது இத்தூவிகளின் பணியாகும்.

**வேர்த்தொகுப்பின் வகைகள்**

இருவித்திலைத் தாவரம் ஒன்றின் வேர்த்தொகுப்பைப் பார்த்தால், அதில் மையவேர் ஒன்று உண்டு.



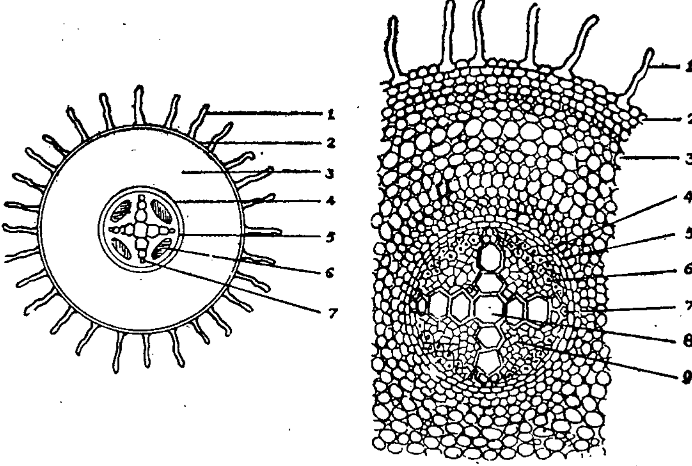
படம் 23-1.
வேர்த்தொகுப்பின் வகைகள்

இது வேர்த்தொகுப்பிலுள்ள மற்ற வேர்களைக் காட்டிலும் பெரியதாக உள்ளது. இதற்கு **ஆணிவேர்** என்று பெயர். இதிலிருந்து பல பக்கவேர்கள் தோன்றுகின்றன. பக்கவேர்கள் ஆணிவேர்களைக் காட்டிலும் அளவில் சிறியதாக உள்ளன. பக்கவேர்களிலிருந்து அவற்றைவிடச் சிறிய வேர்கள் பல தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு ஓர் ஆணிவேரையும், பல பக்கவேர்களையும் கொண்ட வேர்த்தொகுப்பிற்கு **ஆணிவேர்த் தொகுப்பு** என்று பெயர்.

ஆனால் புல் போன்ற ஒருவித்திலைத் தாவரத் தொகுப்பில் ஆணிவேர் காணப்படுவதில்லை. தண்டின் அடிப்பகுதியிலிருந்து கொத்தாகப் பல வேர்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வேர்களனைத்தும் ஏறத்தாழ ஒரே அளவைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகைய வேர்த்தொகுப்பு **சல்லிவேர்த் தொகுப்பு** எனப்படும்.

## வேரின் உள்ளமைப்பு

இருவித்திலை வேரின் குறுக்கு வெட்டமைப்பைக் கூட்டு நுண்ணோக்கியில் பார்த்தால் அதில் பின்வரும் பகுதிகள் காணப்படுகின்றன.




படம் 23-2.

A

வேரின் உள்ளமைப்பு
(முழுத் தோற்றம்)

1. வேர்த்தூவி
2. ரைசோடெர்மிஸ் (அ) எபிபிளம்மா
3. புறணி
4. என்டோடெர்மிஸ்
5. பெரிசைக்கிள்
6. ஃபுளோயம்
7. சைலம்

B

வேரின் உள்ளமைப்பு
(ஒரு பகுதி)

1. வேர்த்தூவி
2. ரைசோடெர்மிஸ் (அ) எபிபிளம்மா
3. புறணி
4. என்டோடெர்மிஸ்
5. பெரிசைக்கிள்
6. ஃபுளோயம்
7. புரோட்டோசைலம்
8. மெட்டாசைலம்
9. இணைப்புப் பாரன்கைமா

## ரைசோடெர்மிஸ் (அல்லது) எபிபிளம்மா

வேரின் புறத்தோலுக்கு ரைசோடெர்மிஸ் அல்லது எபிபிளம்மா என்று பெயர். இதன் செல்கள், செல்

இடைவெளியற்று ஒரு வரிசையில் அமைந்துள்ளன. புறத்தோலினுடைய செல்கள் சிலவற்றின் வெளிச்சுவர், ஒரு குழல்போல வெளிநோக்கி நீண்டுள்ளது. இதற்கு **வேர்த்தூவி** என்று பெயர். வேர்த்தூவிகள் நீரை உறிஞ்சப் பயன்படுகின்றன. இது பாரன்கைமா செல்களால் ஆனது. வேர்த்தூவியால் உறிஞ்சப்படும் நீர், புறணிச் செல்களின் மூலம் கடத்தப்படுகின்றது.

**புறணி**

ரைசோடெர்மிசுக்கு அடுத்து, உள்ளேயுள்ள பகுதி **புறணி** எனப்படும். இது பாரன்கைமா செல்களால் ஆனது. வேர்த்தூவியினால் உறிஞ்சப்படும் நீர், புறணிச் செல்களின் மூலம் கடத்தப்படுகிறது. புறணிச் செல்களில் தரசம் சேமிக்கப்பட்டுள்ளது.

**என்டோடெர்மிஸ்**

இது புறணிக்கு அடுத்துள்ள பகுதி. இது ஓரடுக்குச் செல்களால் ஆனது. இச்செல்களும், நீள்சதுர வடிவின; செல்லிடைவெளிகளற்றவை. இது புறணிக்கு உள் எல்லைபோல் அமைந்துள்ளது.

**பெரிசைக்கிள்**

இது என்டோடெர்மிசையடுத்துள்ள ஓரடுக்குச் செல்களாலான அமைப்பு ஆகும். இதுவும் செல் இடைவெளிகளற்ற பாரன்கைமா திசுக்களால் ஆனது. ஒரு வேரின் கிளைவேர்கள் இப்பகுதியிலிருந்து தோன்றுகின்றன.

**வாஸ்குலார் உருளை**

வாஸ்குலார் உருளையில் சைலம், ஃபுளோயம் என்ற திசுக்கள் உள்ளன. இவை தனித்தனிக் கற்றையாக இருக்கின்றன. நான்கு சைலம், நான்கு ஃபுளோயம் என மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. இதற்கு **ஆரப்போக்கு அமைவு** என்று பெயர். குறுகியிருக்கும்

சைலம் **புரோட்டோசைலம்** எனவும், அகன்றிருப்பது **மெட்டாசைலம்** எனவும் வழங்கப்படுகின்றது. மையத்தில் மெட்டாசைலமும், வெளிநோக்கி புரோட்டோசைலமும் அமைந்துள்ளன. சைலத்தின் இந்நிலையை **எக்சார்க்** (Exarch) என்பர். இது வேரின் சிறப்பியல்பு ஆகும். சைலம் நீரையும், கனிமப் பொருளையும் தண்டிற்குக் கடத்த உதவுகிறது. வேருக்குத் தேவையான உணவுப்பொருள் ஃபுளோயத்தின் மூலம் வேரை வந்தடைகிறது.

## வேரின் வேலைகள்

### 1. ஊன்றுதல்

வேர்த்தொகுப்பின் பல பகுதிகளும் மண்ணுடன் நெருங்கிப் பிணைந்து ஒரு செடி மண்ணில் ஊன்றுவதற்கு உதவுகின்றன.

### 2. உறிஞ்சுதல்

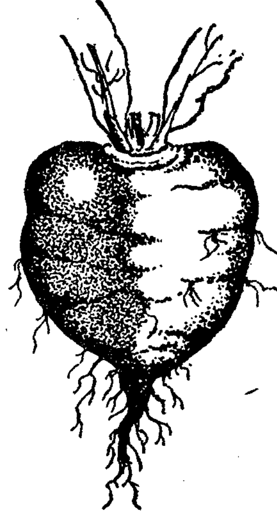
ஒரு தாவரத்திற்குத் தேவையான கனிம, கரிம உப்புகளை வேர் அவற்றிலுள்ள மெல்லிய இழைகள் போன்ற வேர்த்தூவிகள் மூலம் உறிஞ்சுகின்றன.

### 3. கடத்துதல்

வேர்த்தூவிகளால் உறிஞ்சப்பட்ட கனிம, கரிம உப்புகளை வேர், தண்டுப் பகுதிக்குக் கடத்துகிறது.

### 4. சேமித்தல்

**சில வேர்களில் தாவரங்கள் உணவை சேமித்து வைக்**



படம் 23-3
வேர்களில் உணவு சேமிப்பு
(a) பீட்ரூட்

கின்றன. நாம் உணவாகக் கொள்ளும் பீட்ரூட், கேரட், முள்ளங்கி போன்ற கிழங்குகள், அத்தாவர வேர்களில் சேமிக்கப்பட்ட உணவேயாகும்.





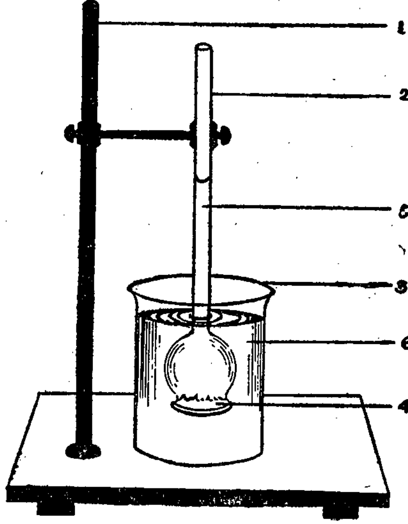
(b) (c)

படம் 23-3.
வேர்களில் உணவு சேமிப்பு
(b) கேரட் (c) முள்ளங்கி

## ஆஸ்மாசிசும் தாது உப்புகள் வேர்களின் மூலம் உறிஞ்சிக் கடத்தப்படுதலும்

நிலத்திலுள்ள நீரையும், கனிம, கரிம உப்புகளையும் உறிஞ்சிக் கடத்துவது, வேரின் இன்றியமையாத வேலைகளுள் ஒன்றாகும். இவ் வேலையைச் செய்ய வேரிலுள்ள வேர்த்தூவிகள் உதவுகின்றன வேர்த்

தூவிகள் வேரின் புறத்தோல் செல்களின் வெளிநீட்சி யாக இருப்பதை நீ அறிவாயல்லவா? வேர்த்தூவிகளால் நீர் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ள ஒரு சோதனையைக் காண்போம்.




படம் 23-4.

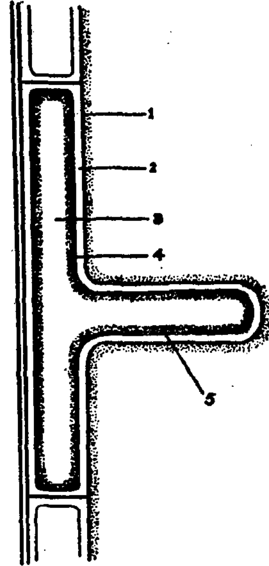
ஆஸ்மாசிஸ் சோதனை

1. தாங்கி 2. விரிபுனல் 3. முகவை
4. ஆட்டின் சிறுநீர்ப்பையின் சவ்வு 5. சர்க்கரைக் கரைசல் 6. நீர்

ஒரு விரிபுனலுக்குள், மயில்துத்தக் கரைசல் அல்லது சர்க்கரைக் கரைசலை எடுத்துக்கொள். பின்பு அதன் வாய்ப்புறத்தை ஆட்டின் சிறுநீர்ப்பையின் சவ்வினால் மூடி, நூலால் கட்டு. ஒரு முகவையில் நீரை எடுத்துக் கொள். விரிபுனலைத் தலைகீழாக, அதன் அகன்ற பாகம் நீருக்குள் இருக்குமாறு வை. படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளவாறு உபகரணத்தை அமைத்துக்கொள்.

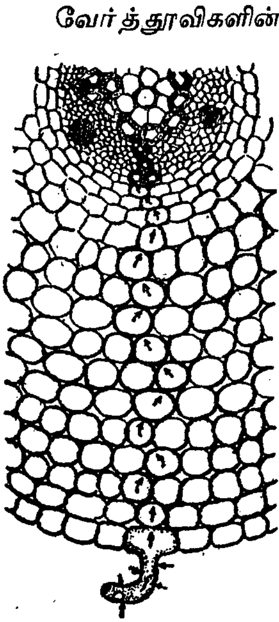
விரிபுனலின் குறுகிய குழாயில் திரவமட்டத்தை குறி. இதுவே ஆரம்ப அளவாகும். சிறிது நேரம் கழித்துப் பார். திரவமட்டம் உயர்ந்திருக்கும். இந்த அளவையும் குறித்துக்கொள். இந்த இரு அளவுகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு திரவமட்ட உயர்வைக் காட்டும். இது எதனால் நிகழ்ந்தது?

ஆட்டின் சிறுநீர்ப்பையின் சவ்வுக்கு, ஒரு தனிப்பட்ட பண்பு உண்டு. அது ஒரு கரைசலில் உள்ள கரைப்பான், கரைபொருள் இரண்டில், கரைப்பானை மட்டும் ஊடே செல்ல அனுமதிக்கும். கரைபொருளை அனுமதிப்பதில்லை. இத்தகைய சவ்வு **அரைச் செலுத்திச் சவ்வு** எனப்படுகிறது. மேற்கண்ட சோதனையில் புனலுக்குள் கரைசலும், பீக்கரில் கரைப்பானாகிய தண்ணீரும் உள்ளன. இவை இரண்டும் அரைச் செலுத்திச் சவ்வாகிய ஆட்டின் சிறுநீர்ப்பையின் சவ்வினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே கரைப்பானாகிய தண்ணீர் பீக்கரிலிருந்து புனலுக்குள் செல்கிறது. இவ்வாறு ஒரு கரைப்பான் ஓர் அரைச்செலுத்திச் சவ்வின்மூலம் செல்வதை **ஆஸ்மாசிஸ் அல்லது சவ்வூடு பரவல்** என்கிறோம்.




படம் 23-5.
வேர்த்தூவியின் அமைப்பு
1. செல்சுவர்
2. பிளாஸ்மா சவ்வு
3. செல்ரசம் கொண்ட வாக்கு வோல்
4. சைட்டோப்ளாசம்
5. நியூக்ளியஸ்

வேர்த்தூவிகளின் அமைப்பைப் பார்த்தால் அது ஓர் 'ஆஸ்மாட்டிக்' அமைப்பாக இருப்பது புலனாகும். வேர்த்தூவியின் சுவரையடுத்து பிளாஸ்மாச் சவ்வு அமைந்துள்ளது. இது ஓர் அரைச் செலுத்திச் சவ்வு ஆகும். வேர்த்தூவியின் நடுவே ஒரு பெரிய வாக்குவோல் அமைந்துள்ளது. இதில் செல்ரசம் என்னும் கரைசல் உள்ளது. இவ்வாறு, **செல்ரசம்** என்னும் கரைசல் நிலநீரிலிருந்து ஓர் அரைச் செலுத்திச் சவ்வினால் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதால் விரிபுனல் சோதனையில் நடைபெறுவது போன்றே, நீர் ஆஸ்மாசிஸ் மூலம் வேர்த்தூவிக்குள் செல்கிறது.



படம் 23-6.
வேர்த்தூவியால் உறிஞ்சப்பட்ட நீர் சைலம் குழாய்களை அடைதல்

## வினாக்கள்

அ. - சுருக்கமாக விடையளி

1. தண்டுத்தொகுப்பு எது?
2. வேர்த்தொகுப்பு எது?
3. வேர் மூடி என்பது எது?
4. வேர் நுனி என்பது யாது?
5. நீட்சிப்பகுதி என்றால் என்ன?

6. ஆணிவேர் என்பது யாது?

7. ஆணிவேர்த் தொகுப்பு என்றால் என்ன?

8. சல்லிவேர்த் தொகுப்பு என்றால் என்ன?

9. ரைசோடெர்மிஸ் என்பது யாது?

10. வேர்த்தூவி என்பது எது?

11. வாஸ்குலார் உருளையிலுள்ள திசுக்கள் யாவை?

12. வேரின் வேலைகள் யாவை?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. வேர்த்தொகுப்பின் வகைகளை விளக்குக.

2. வேரின் உள்ளமைப்பை விளக்குக.

3. வேரின் வேலைகளை விளக்குக.

## 24. தாவரங்களும் தாது உப்புகளும்

தாவரங்கள் நலமுடன் வாழத் தாது உப்புகள் தேவை. தாவரங்கள் தமக்குத் தேவையான தாது உப்புகளை நிலத்திலிருந்து பெறுகின்றன.

ஊட்ட நீர்ச் சோதனைகளும் (Water Culture Experiments), மண் சோதனைகளும் (Sand Culture

Experiments) சில தாது உப்புகள் தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவை என நிரூபித்துள்ளன. அவை நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், கந்தகம், கால்சியம், மெக்னீசியம், பொட்டாசியம், இரும்பு, மேங்கனீஸ், தாமிரம், துத்தநாகம், போரான் முதலியனவாகும்.

இத் தாது உப்புகள் போதிய அளவு கிடைக்காவிடில் தாவரத்தில் குறைபாடுகள் தோன்றுகின்றன. இதனைப் பற்றி இங்கு அறிவோம்.

**நைட்ரஜன்**

சில தாவரங்களில் வளர்ச்சிக் குறைவும், இலைகள் மஞ்சள் நிறமடைந்து உதிர்தலும், இதன் குறைவால் ஏற்படுகின்றன.

**பாஸ்பரஸ்**

சில தாவரங்களில் இளம் இலைகள் தோன்றியவுடன் உதிர்வதைக் கவனி. இதற்குப் பாஸ்பரஸ் குறைவே காரணமாகும். இலைகளில் ஆங்காங்கே திசுக்கள் சிதைந்து இலைகள் இறக்கின்றன.

**கந்தகம்**

சில தாவரங்களில் ஒருசில இலைகள் அளவில் சிறுத்துக் காணப்படுவது கந்தகம் குறைவதால் ஆகும்.

**கால்சியம்**

சில தாவரங்களில் இலை நுனி சுருண்டிருப்பதைப் பார். இதற்குக் காரணம் கால்சியம் குறைவேயாகும்.

**மெக்னீசியம்**

சில தாவரங்களில் இலைகளில் பச்சையம் நீங்கிக் காணப்படும். இலைகள் வெளிர் நிறமாகவோ, நிற மற்றோ காணப்படும். இதற்குக் காரணம் மெக்னீ சியத்தின் குறைவேயாகும்.

**பொட்டாசியம்**

சில தாவரங்களில் வளர்ச்சி குறைவாகவும், இலைகள் ஆரஞ்சு அல்லது பழுப்பு நிறமாகவோ இருப் பதைக் கவனி. இது பொட்டாசியம் குறைவினால் ஏற்படுகிறது.

**இரும்பு**

இதன் குறைவு **பச்சையம் நீங்குதல்** என்னும் நோயை உண்டாக்கும்.

**மங்கனீஸ்**

இதன் குறைவினால் இலைகள் பச்சை நிறம் நீங்கி **பச்சைய சோகையைத்** துரிதப்படுத்தும்.

**தாமிரம்**

இதன் குறைவு 'எக்சான்திமா' என்னும் நோயை உண்டாக்கும். செடியின் இலைகள் மேல்நோக்கிச் சுருளும். ஆரஞ்சு போன்றவற்றில் தண்டின் வளர்நுனி அழிகிறது.

**துத்தநாகம்**

இதன் குறைவு இலைகளின் புற உள்ளமைப்பு களில் குறைகளை ஏற்படுத்தும். இலைகள் மிகவும் சிறியதாக கொத்துக் கொத்தாகக் காணப்படுகின்றன.

**போரான்**

இது குறைந்தால் தண்டின் நுனிக்குருத்து இறந்துவிடும். டர்னிப், பீட்ரூட் போன்றவற்றில் மைய அழுகலை உண்டாக்கும்.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. தாதுப்புகள் தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவை என நிரூபிக்க உதவும் சோதனைகள் யாவை?
2. தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தாது உப்புகள் யாவை?
3. நைட்ரஜன் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?
4. பாஸ்பரஸ் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?
5. கந்தகம் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?
6. கால்சியம் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?
7. மெக்னீசியம் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?
8. பொட்டாசியம் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?
9. இரும்பு குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?

10. மங்கனீஸ் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?

11. தாமிரம் குறைவதால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?

12. துத்தநாகம் குறைவதால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?

13. போரான் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறி யாது?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. தாவரங்களுக்குத் தேவையான தாதுப்புகளையும், பற்றாக்குறை நோய்களையும் விளக்குக.

# (ஊ) தண்டுத்தொகுப்பு

## 25. தண்டுத் தொகுப்பு

தாவரங்களை உற்றுநோக்கு. எல்லா தாவரங்களிலும் ஒரு பகுதி நிலத்திற்குக் கீழும், ஒரு பகுதி




படம் 25-1.
ஒரு செடியின் பாகங்கள்

1. முதன்மை வேர் 2. பக்க வேர் 3. தண்டு
4. இலை 5. பூ 6. கனி
7. தண்டுத் தொகுப்பு 8. வேர்த் தொகுப்பு

நிலத்திற்கு மேலும் இருக்கிறதல்லவா? நிலத்திற்குக் கீழுள்ள பகுதி **வேர்த்தொகுப்பு** எனப்படும். இதனைப் பற்றி இதற்கு முந்தைய பாடங்களில் நன்கு அறிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா? இனி நிலத்திற்கு மேலுள்ள பகுதியான **தண்டுத் தொகுப்பினைப்** பற்றி அறிவோம்.

இலைகள் தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள பகுதிக்கு **கணு** என்று பெயர். அடுத்தடுத்துள்ள இரு கணுக்களுக்கிடையேயுள்ள பகுதியை **கணுவிடைவெளி** என்கிறோம். இலைக்கும் தண்டுக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் **இலைக்கோணம்** எனப்படும். அக்கோணத்தில் மொட்டுகள் இருப்பதைக் காண்கிறோம். இந்த மொட்டுகளுக்கு **இலைக்கோண மொட்டு** என்று பெயர். இந்த மொட்டுகளே பக்கக் கிளைகளாக வளர்கின்றன. தண்டின் நுனிப்பகுதியில் ஒரு மொட்டு காணப்படுவதைப் பார். இதனை **நுனி மொட்டு** என்கிறோம். தண்டின் நீட்டுவளர்ச்சிக்கு இம்மொட்டு உதவுகிறது.

செடிகள் பூக்கும் தருணத்தில் **பூக்கள்** தண்டுத் தொகுப்பில் தோன்றுகின்றன. இப்பூக்கள் தனித்து இருக்கலாம் அல்லது கொத்துகளாக இணைந்தும் இருக்கலாம். பூங்கொத்துகளை **மஞ்சரி** என்கிறோம். தனிப் பூக்களும் மஞ்சரிகளும் பொதுவாக இலைக் கோணத்திலோ, தண்டின் நுனியிலோ காணப்படலாம். பூக்களிலிருந்து **கனிகள்** தோன்றுகின்றன.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. தண்டுத் தொகுப்பு எங்கு காணப்படுகிறது?
2. கணு எனப்படுவது யாது?
3. கணுவிடைவெளிகள் எனப்படுவன யாவை?
4. இலைக்கோணம் என்றால் என்ன?

5. இலைக்கோண மொட்டு என்றால் **என்ன?**

6. நுனிமொட்டு என்றால் என்ன?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

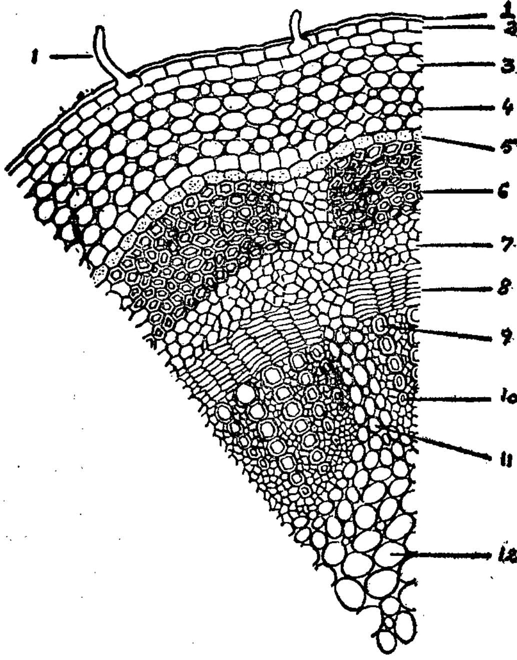
1. தண்டுத்தொகுப்பின் புறத்தோற்றத்தை விளக்குக.

## 26. தண்டின் உள்ளமைப்பு

தண்டின் உள்ளமைப்பை அறிய ஓர் இருவித்திலைத் தாவரத்தின் (ஆமணக்கு) இளந்தண்டினைக் குறுக்குவெட்டு எடுத்து அதன் தோற்றத்தைக் காணலாம். அதில் கீழ்கண்ட பகுதிகள் உள்ளன.

### புறத்தோல் (Epidermis)

இது ஒரு வரிசை செல்களால் ஆனது. செல்கள், செல் இடை வெளியற்று அமைக்கப்பட்டுள்ளன. செல்லின் வெளிச் சுவரின்மீது க்யூடிக்கிள் எனும் படலம் உள்ளது. **புறத்தோல்** உட்திசுக்களைப் பாதுகாக்கிறது. புறணியின் வெளிப்பகுதியில் **கோலன்கைமா அடுக்குகள்** உள்ளன. இவ்வடுக்குகள் வளரும் தண்டிற்கு உறுதி அளிக்கின்றன. கோலன்கைமா அடுக்குகளுக்கு உள்ளே **பாரன்கைமா அடுக்குகள்** உள்ளன. இதில் வெளி அடுக்குகளில் பசுங்கணிகங்கள் உள்ளன. இளந்தண்டுகளில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற இது உதவுகிறது. உள் அடுக்குகளில் **சேமிப்புப் பொருள்கள்** காணப்படுகின்றன. பாரன்கைமா அடுக்குகளுக்கு உள்ளே ஒரு வரிசையாய் அமைந்த செல்கள் உள்ளன. இது **என்டோடெர்மிஸ்** எனப்படுகிறது.




படம் 26-1.

தண்டின் உள்ளமைப்பு

1. தூவி, க்யூடிக்கிள்
2. புறத்தோல்
3. கோலன்கைமா அடுக்கு
4. பாரன்கைமா அடுக்கு
5. என்டோடெர்மிஸ்
6. ஃப்ளோயம்
7. ஃப்ளோயம் பாரன்கைமா
8. கேம்பியம்
9. மெட்டாசைலம்
10. புரோட்டோசைலம்
11. பாரன்கைமா
12. பித்

## வாஸ்குலார் கற்றைகள் (Vascular bundles)

தண்டில் பல வாஸ்குலார் கற்றைகள் காணப்படுகின்றன. அவை அனைத்தும் வளைய வடிவமாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு கற்றையிலும் சைலமும், ஃப்ளோயமும் காணப்படுகின்றன. ஃப்ளோயம் புறணியை

அடுத்தும், சைலம் நடுப்பகுதியை அடுத்தும் உள்ளன. அடுத்தடுத்துள்ள கற்றைகளுக்கு இடையே **பாரன்கைமா** திசு உள்ளது. சைலத்துக்கும், ஃபுளோயத்துக்குமிடையே **கேம்பியம்** காணப்படுகிறது. இவ்வாறு கேம்பியத்தைக் கொண்ட கற்றைகள் **திறந்த கற்றைகள்** எனப்படும்.

சைலத்தில் **புரோட்டோசைலம்** உள்நோக்கிய நிலையிலும் **மெட்டாசைலம்** வெளிநோக்கிய நிலையிலும் காணப்படுகின்றன. இதனை **என்டார்க்** (Endarch) அமைப்பு என்கிறோம். இது தண்டின் சிறப்புப் பண்பு ஆகும்.

சாற்றுக்கற்றையிலுள்ள ஃபுளோயம், இலைகளால் தயாரிக்கப்பட்ட உணவைத் தாவரத்தின் மற்ற பகுதிகளுக்குக் கடத்த உதவுகிறது. **சைலம்**, நீரையும், கனிமப் பொருளையும் வேரிலிருந்து இலைகளுக்குக் கடத்த உதவுகிறது. **கேம்பியம்** ஓர் ஆக்கத் திசுவாகும். இதன் செல்கள் பகுப்படைந்து புதிய செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இது தண்டின் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கு உதவுகிறது.

### பித் (Pith)

தண்டின் நடுவிலுள்ள பகுதி **பித்** எனப்படுகிறது. இது பொதுவாக பாரன்கைமா செல்களால் ஆனது. செல்லிடைவெளிகளும் காணப்படுகின்றன. பித்தின் செல்களிலும் சேமிப்புப் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. தண்டுப்பகுதியின் குறுக்குவெட்டில் காணப்படும் பல்வேறு அடுக்குகள் யாவை?

2. புறத்தோலின் அமைப்பைக் கூறுக.
3. புறணியின் அமைப்பைக் கூறுக.
4. வாஸ்குலார் தொகுப்பின் அமைப்பினைக் கூறுக.
5. சைலத்தின் அமைப்பினைக் கூறுக.
6. ஃப்புளோயத்தின் அமைப்பினைக் கூறுக.
7. என்டார்க் அமைப்பு என்றால் என்ன?
8. பித்தின் அமைப்பை விளக்குக.

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. தண்டின் உள்ளமைப்பைப் படத்துடன் விவரி.

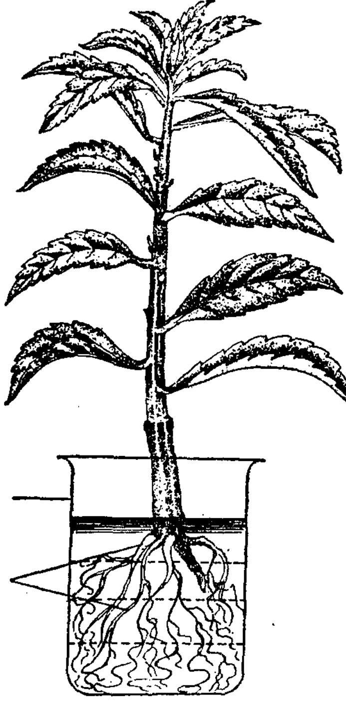
## 27. தண்டின் வேலைகள்

தண்டுத்தொகுப்பும் வேர்த்தொகுப்பைப் போலவே பலவகையிலும் தாவரத்திற்கு உதவுகிறது. அதன் வேலைகளைப்பற்றி இப்பாடத்தில் அறிவோம்.

ஒரு காசித்தும்பைச் செடியின் வேர் முழுவதும் நீருள்ள முகவையில் அமிழுமாறு செய். அதில் சில துளிகள் சிவப்புமையைச் சேர். இந்த அமைப்பைச் சூரிய ஒளி படுமாறு வைத்து சிறிது நேரம் கழித்துப்பார். தண்டின் வழியே நீர் கடத்தப்படுவது தெளிவாகத் தெரியும். இவ்வாறுதான், வேர் நிலத்திலிருந்து உறிஞ்சும் நீரையும், கனிம, கரிம உப்புகளையும் தண்டு கடத்துகிறது.

உன்னைச் சுற்றிலுமுள்ள தாவரங்களைக் கவனி. அது செடியானாலும், மரமானாலும், கிளைகள், இலைகள், பூக்கள், காய்கள், கனிகள் முதலியனவற்

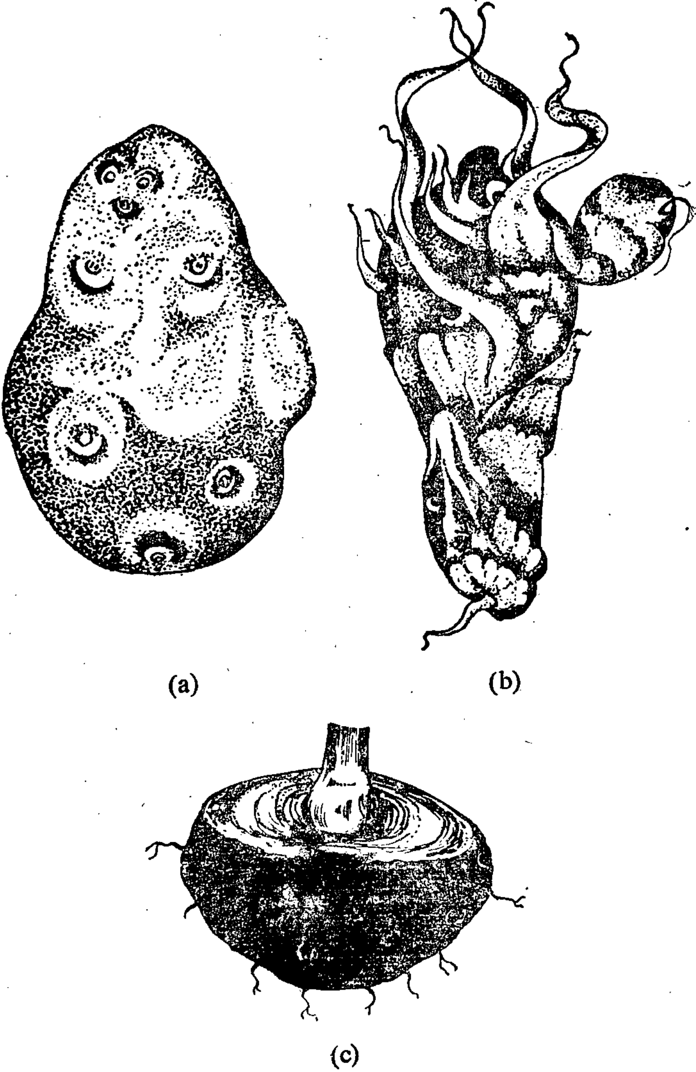
றைத் தாங்குவதைப் பார். தண்டுத் தொகுப்பு தாவரத்தின் உறுப்புகளைத் தாங்குகிறது.



படம் 27-1.
காசித்தும்பைச் செடி நீரை உறிஞ்சுதல்

உருளைக்கிழங்கு, கருணைக்கிழங்கு, சேப்பங்கிழங்கு, இஞ்சி, மஞ்சள் முதலியவற்றைப் பார் இவையாவும் தரைகீழ்த் தண்டுகள் ஆகும். பொங்கலின் போது மஞ்சள் கொத்து அதன் இலைகளுடன் விற்கப்படுவதைப் பார்த்திருக்கிறாயா? இதில் தரைக்குக் கீழே உணவு சேமிக்கப்படுகிறது. இதனால்தான் இதனை **தரைகீழ்த் தண்டு** என்கிறோம். வாழைத் தோட்டத்திற்குச் சென்று அவற்றைக் கவனி. வாழை

மரங்களுக்குக் கீழே தோண்டிப் பார்த்தால் தரை கீழ்த் தண்டு காணப்படும். வாழையில் நிலத்துக்கு




படம் 27-2. தரைகீழ்த் தண்டுகள்

(a) உருளைக்கிழங்கு (b) சேப்பங்கிழங்கு (c) கருணைக்கிழங்கு

மேலுள்ள பகுதிகள் நீண்டு அகன்ற இலைக்காம்பு. இலைகள், மஞ்சரி முதலியனவாம். தண்டுத் தொகுப்பு தரைக்குக் கீழே உணவைச் சேமித்து வைக்கிறது என அறிகிறாயா?

இஞ்சி, மஞ்சள் போன்ற தரைகீழ்த் தண்டுகளை நிலத்தில் நட்டுப் பாருங்கள். அவற்றிலிருந்து அவற்றின் இலைகள் நேரடியாகத் தோன்றும். ரோஜா, மல்லி முதலிய தாவரங்களின் தண்டுப் பாகத்தைப் பதியன்போட்டு புதிய செடிகளை உருவாக்குவதைப் பார்த்திருக்கிறாயா? முருங்கை, பூவரசு போன்ற மரக் கிளைகள் வெட்டி நடப்பட்டு வளர்க்கப்படுவதைப் பார்த்திருக்கிறாயா? உன் வீட்டுத் தோட்டத்தில் முருங்கைக் கிளையை வெட்டி நட்டுப் பார். அது துளிர்விட்டு வளரும். தண்டுத் தொகுப்பு இவ்வாறு விதையின்றி இனப்பெருக்கம் செய்வதை **விதையிலாப் பெருக்கம்** என்கிறோம்.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

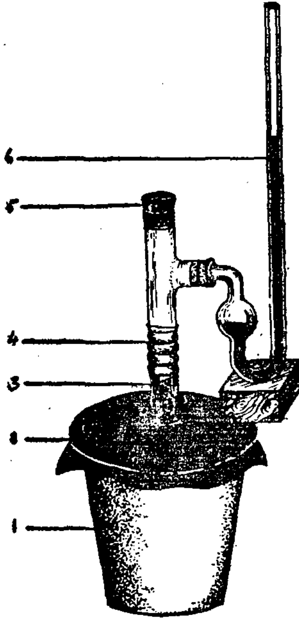
1. தண்டின் வேலைகள் யாவை?
2. தரைகீழ்த் தண்டுகள் எனப்படுவன யாவை?
3. விதையிலாப் பெருக்கம் என்றால் என்ன?

**ஆ. விரிவாக விடையளி**

1. தண்டின் வழியே நீர் கடத்தப்படுவதை விவரி.
2. தண்டுத் தொகுப்பு, தரைக்குக் கீழே உணவைச் சேமித்து வைத்திருப்பதை உதாரணத்துடன் விளக்குக.
3. விதையிலாப் பெருக்கத்தைச் சான்றுடன் விவரி.

# 28. வேரழுத்தம்

வேர்களால் உறிஞ்சப்படும் தண்ணீர் இந்த இழுவிசையின்மூலமே இலைகளைச் சென்றடைகிறது என்று கூறப்படுகிறது. இதைச் **சாரேற்றம்** என்கிறோம். சாரேற்றத்தை விளக்க மற்றொரு கோட்பாடும் முன் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதற்கு **வேரழுத்தக் கோட்பாடு** என்று பெயர்.




படம் 28-1.
வேரழுத்தச் சோதனை

1. தொட்டி
2. இரப்பர்த் தகடு
3. தண்டு
4. இரப்பர்த் தகடு ('T' வடிவக் குழாயை இணைத்துள்ளது)
5. அடைப்பான்
6. மேனோமீட்டர்

வேரின் அழுத்தத்தைக் காண உதவும் சோதனையை வேரழுத்தச் சோதனை என்கிறோம். இதனைச் செய்ய படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு தாங்கி, தொட்டிச் செடி, ரப்பர்க்குழாய், மூன்று புறம் திறந்த 'T' வடிவ கண்ணாடிக் குழாய், ஒரு துளை

அடைப்பான்கள், மேனோமீட்டர், பாதரசம், தண்ணீர் முதலியன தேவை.

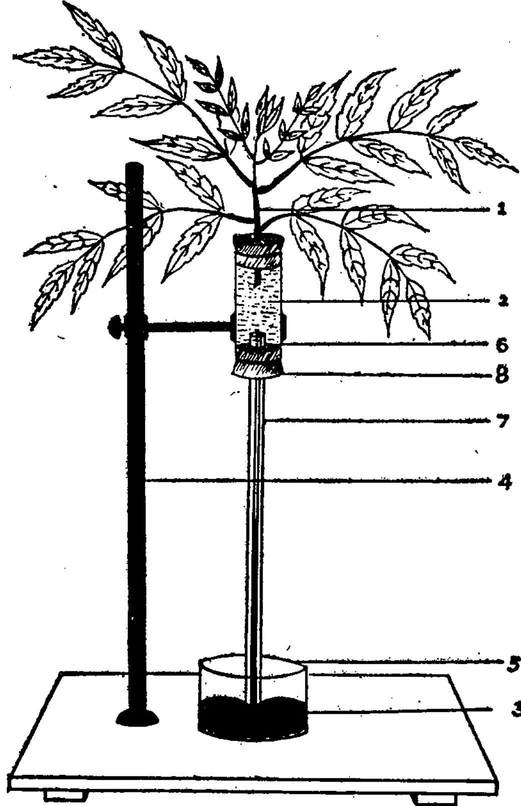
ஒரு தொட்டிச் செடியின் தண்டுப் பகுதியை 5 செ.மீ. உயரத்திற்கு மேல் நீரில்வைத்துத் துண்டித்து நீக்கிவிடு. தொட்டியின் வாய்ப்புறத்தைத் தண்டுப் பகுதியைவிட்டு எஞ்சிய பகுதியைக் காற்றுப் புகாமல் ஒரு ரப்பர் தகட்டால் கட்டிவிடு.

தண்டின் மேல் பகுதியை, நீருள்ள '*T*' வடிவக் குழாயின், ஒரு முனையிலுள்ள ஒரு துளை அடைப் பானுடன் பொருத்து. காற்றுப் புகாமலிருக்குமாறு கவனமாக செய்யவும். அதன் எதிர்ப் புயத்தினை அடைப்பானால் மூடு. படத்தில் காட்டியபடி பக்க வாட்டிலுள்ள புயத்துடன் பாதரசமுள்ள மேனோ மீட்டரை இணைத்து, தாங்கியுடன் பொருத்து. மேனோமீட்டரில், நீண்ட புயத்திலும் குட்டைப் புயத் திலும் பாதரசமட்டம் ஒரே அளவாய் இருப்பதைக் கவனி. இந்த அமைப்பைச் சூரிய ஒளிபடுமாறு வை. சில மணி நேரத்திற்குப்பின் கவனி. மேனோமீட்டரின் நீண்ட புயத்தில் பாதரசமட்டம் உயர்ந்துள்ளதையும், குட்டைப்புயத்தில் நீர் இறங்கி பாதரசத்தைக் கீழ் நோக்கித் தள்ளியிருப்பதையும் கவனி.

## நீராவிப் போக்கின் இழுவிசை

இலைகள் தாவரத்திலுள்ள நீரை ஆவியாக வெளி யேற்றுவதை **நீராவிப் போக்கு** என்கிறோம். நீராவிப் போக்கின்போது தண்டில் ஒரு விசை தோன்றுகிறது. இதனால், நிலத்திலிருந்து வேரினால் உறிஞ்சிக் கடத்தப் பட்ட நீரும், கனிம, கரிம உப்புகளும் மேல்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. இதனை **நீராவிப் போக்கின் இழுவிசை** என்பர். இதனைப் பற்றி இப்பாடத்தில் அறிவோம்.

நீராவிப் போக்கின் இழுவிசையை அறிய கீழ்க் காணும் சோதனை உதவும். இதற்குப் பயன்படும்




படம் 28-2.
நீராவிப் போக்கின் இழுவிசை

1. சிறு கிளை (கொப்பு) 2. நீர் 3. பாதரசம்
4. தாங்கி 5. பீக்கர் 6. அகன்ற கண்ணாடிக் குழாய்
7. மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாய் 8. ஒரு துளை அடைப்பான்

சாதனத்தில் இரு புறமும் திறந்த ஓர் அகன்ற கண்ணாடிக் குழாய் உள்ளது. இதன் ஒரு முனை ஒருதுளையுள்ள அடைப்பான் ஒன்றினால் மூடப்பட்டு

உள்ளது. இலைகள் உள்ள ஒரு சிறு கிளையை தண்ணீருக்கு அடியில் வைத்துத் துண்டித்து, பின் துண்டிக்கப்பட்ட அடிப்பகுதியை இத்துளையில் சொருக வேண்டும். மற்றொரு முனையில் நீளமான மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாயொன்றை ஒற்றைத் துளையுள்ள அடைப்பான் வழியாக இறுக்கமாக பொருத்த வேண்டும். சாதனம் முழுவதையும் தண்ணீரால் நிரப்பிக் காற்றுப் புகாதபடி செய்யவேண்டும். பின்னர் நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயை ஒரு பீக்கரில் உள்ள பாதரசத்தில் மூழ்கி இருக்கும்படி வைத்து சாதனத்தைத் தாங்கியில் பொருத்தவேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்துப் பார்த்தால் பாதரசம் குழாயில் ஏறியிருப்பதைக் காணலாம். தண்ணீர் நீராவிப் போக்கினால் இழக்கப்படும்போது இலையின் சைலத்தில் உள்ள நீரின் மேல் ஓர் இழுவிசை உண்டாகிறது. இந்த இழுவிசையின் பயனாக அகன்ற குழாயிலிருந்து தண்ணீர் செடியின் கொப்பிற்குள் செல்கிறது. இதன் விளைவாகப் பாதரசம் மேல்நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது.

## வினாக்கள்

### அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. நீராவிப் போக்கு என்றால் என்ன?
2. நீராவிப் போக்கின் இழுவிசை என்றால் என்ன?
3. சாரேற்றம் என்றால் என்ன?
4. வேர்முழுத்தக் கோட்பாடு என்றால் என்ன?
5. வேரழுத்தச் சோதனை எனப்படுவது யாது?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. நீராவிப் போக்கின் இழுவிசையைக் காண உதவும் சோதனையை விவரி.

2. வேரழுத்தச் சோதனையை விளக்குக.

# 29. நீராவிப் போக்கைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

நீராவிப் போக்கினால்தான் தாவரங்கள் தம்மிடமுள்ள நீரை வெளியேற்ற முடிகிறது. குறிப்பாக நீர்த் தாவரங்களில் நீராவிப் போக்கின் அளவும் வேகமும் அதிகமாக இருப்பதால்தான் அவை அழுகாமல் உயிர் வாழ முடிகிறது. எனவேதான் நீராவிப் போக்கைத் தாவரங்கள் தவிர்க்கமுடியாத ஒன்று என்பர். இப் பாடத்தில் இதனைப் பாதிக்கும் காரணிகளைப் பற்றி அறிவோம்.

அவை ஒளி, வெப்பம், காற்று, காற்றீரப்பசை முதலியன ஆகும்.

## காரணிகள்

### ஒளி

ஒளி இலைத்துளைகள் திறக்க உதவுவதால், ஒளியில் நீராவிப் போக்கு உயரும்.

### வெப்பநிலை

வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க நீராவிப் போக்கின் வீதமும் அதிகரிக்கும்.

**காற்று**

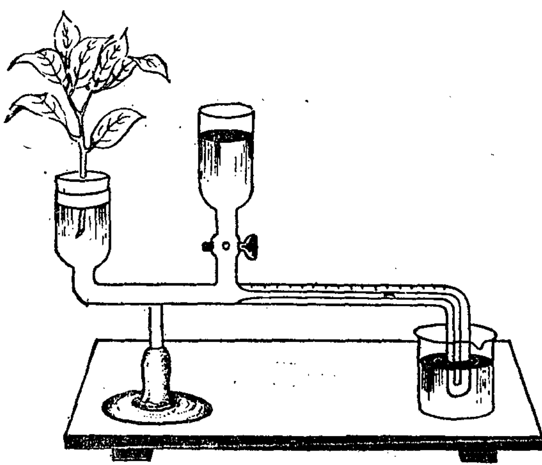
மெல்லிய காற்று வீசும்போது அதிக நீர் ஆவியாக வாய்ப்புண்டு.

**காற்றீரப்பசை**

சுற்றிலுமுள்ள காற்றில் ஈரப்பசை அதிகமானால் நீராவிப் போக்கின் வேகம் குறையும்.

**நீராவிப் போக்கின் வேகத்தை அறிதல்**

நீராவிப் போக்கின் வீதத்தைக் கணக்கிட கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர் (Ganong's potometer) என்னும் கருவி பயன்படும்.



படம் 29-1.
கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர்

**கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர்**

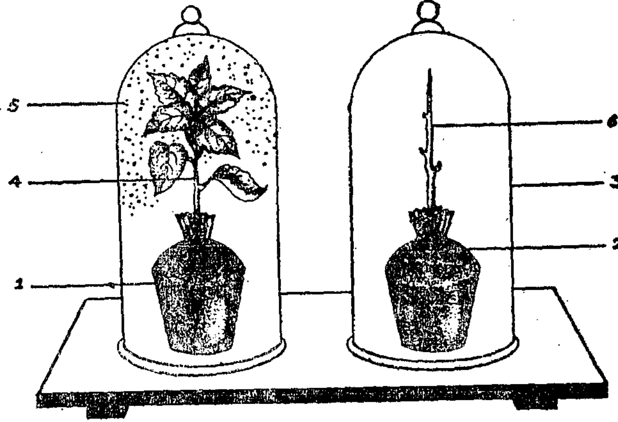
இந்த சாதனத்தில் கிடை மட்டக்குழல் ஒன்று உள்ளது. இதன் ஒரு முனையில் அகன்ற செங்குத்துக்

குழல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக்குழலின் வாய் ஒருதுளையுள்ள ரப்பர் கார்க்கினால் மூடப்பட்டுள்ளது. கிடைமட்டக் குழலின் மற்றொரு முனை கீழ்நோக்கி வளைக்கப்பட்டுள்ளது. செங்குத்துக் குழலுக்கு அருகே ஒரு கொள்கலன் கிடைமட்டக் குழலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சாதனம் முழுவதும் காற்றுப் புகாதபடி தண்ணீரினால் நிரப்பப்படுகிறது. இலைகள் கொண்ட கொம்பின் அடிப்பகுதி, ரப்பர்க் குழாயில் உள்ள துளையின்மூலம் செங்குத்துக் குழலிற்குள் செலுத்தப்படுகிறது. வளைந்த மறுமுனை ஒரு பீக்கரில் உள்ள தண்ணீரில் அமிழ்ந்து இருக்கும்படி வைக்கப்படுகிறது. கிடைமட்டக் குழலினுள் காற்றுக் குமிழ் ஒன்று செலுத்தப்படுகிறது. கொம்பில் நீராவிப் போக்கு நிகழும்போது காற்றுக்குமிழ் செங்குத்துக் குழலை நோக்கி நகர்கிறது. இக்குமிழ் நகரும் வீதமானது நீராவிப் போக்கின் வீதத்திற்கு ஏறத்தாழ சமமாகும்.

## மணிச்சாடி பரிசோதனை

ஒரு சிறு தொட்டியில் வளரும் காசித்தும்பைச் செடியை எடுத்துக்கொள். ஆவியாதலைத் தவிர்க்கத் தொட்டியையும், மண் பரப்பையும் சுற்றி ஓர் இரப்பர் அல்லது பிளாஸ்டிக் தாளால் மூடிவிடு. ஒரு கண்ணாடித் தகட்டின்மீது இத்தொட்டியை வைத்து அதை ஓர் உலர்ந்த மணிச்சாடியால் மூடிவிடு. மற்றொரு தொட்டியிலுள்ள இதேபோன்ற செடியின் இலைகளை எல்லாம் நீக்கிவிட்டு, (நீக்கிய இடங்களில் வாசலைன் தடவவும்) அதையும் இதேபோல் மற்றொரு மணிச்சாடியால் மூடி வை. இரண்டையும் சூரிய ஒளியில் வைத்து சிறிது நேரமானபின் கவனி. இலைகளுள்ள செடி வைத்திருந்த மணிச்சாடியின் உட்புறத்தில் சிறு சிறு நீர்த் திவலைகள் படிந்திருப்பது தெரிகிறது. மற்ற மணிச் சாடியில் இவ்வாறிருப்பதில்லை. ஏன்? இந்த நீர் எங்கி

ருந்து வந்தது? தொட்டியுடன் இச்செடியை ஆய்வின் தொடக்கத்திலும் முடிவிலும் நிறுத்துப்பார். என்ன தெரிகிறது?




படம் 29-2. மணிச்சாடி பரிசோதனை

1. தொட்டி 2. இரப்பர்த் தகடு 3. மணிச்சாடி
4. இலைகளுள்ள தாவரம் 5. நீர்த் துளிகள்
6. இலைகள் நீக்கப்பட்ட தாவரம்

தாவரத்தின் இலைகள் தட்டையாகவும் அகன்றும் அமைந்திருப்பது, காற்றும் சூரிய ஒளியும் அகன்ற பரப்பில் பட்டு நீராவிப் போக்கு நன்கு நடைபெற ஏதுவாகிறது. இலையின் இரு பக்கங்களிலும் புறத்தோலின் மேல் கியூடிக்கிள் என்ற தோல் மூடியிருப்பினும், அவற்றிலுள்ள இலைத்துளைகளின் வழியாகவே நீர் ஆவியாக வெளியேறுகிறது.

## வினாக்கள்

### அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. நீராவிப் போக்கைப் பாதிக்கும் காரணிகள் யாவை?

2. நீராவிப் போக்கின் வேகத்தைக் கணக்கிட உதவும் கருவியின் பெயர் என்ன?

ஆ. **விரிவாக விடையளி**

1. நீராவிப் போக்கின் வேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகளை விளக்குக.

2. நீராவிப் போக்கின் வேகத்தைக் கணக்கிட உதவும் சோதனையை விளக்குக.

# (எ) சீரண மண்டலம்

## 30. சீரண மண்டலம்

எல்லா உயிரினங்களுக்கும் வேலை செய்ய சக்தி தேவைப்படுகிறது. இந்த சக்தி உணவிலிருந்து கிடைக்கிறது. மேலும் ஓர் உயிரினம் வளரும்போது பல புதிய செல்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. சேதம் அடைந்த செல்கள் புதுப்பிக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்குத் தேவையான அடிப்படைப் பொருள்கள் உணவிலிருந்தே கிடைக்கின்றன. எனவே உணவு உயிரினங்களுக்கு இன்றியமையாதது.

### உணவின் பகுதிப்பொருள்கள்

புரதம் (Protein), கார்போஹைட்ரேட் (Carbohydrate), கொழுப்பு (Fat), வைட்டமின்கள் (Vitamins), தாதுப்புகள் (Minerals), நீர் (Water) முதலியன உணவின் பகுதிப் பொருள்களாகும்.

### புரதம்

இது கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் இவற்றாலான கூட்டுப்பொருள். உயிரினங்களுக்கு இது இன்றியமையாதது. புரோட்டோப்ளாசத்தில் பெரும்பகுதி புரதத்தாலாகியது. உயிரினங்களுக்கு மிகவும் முக்கியமான நொதிகள், ஹார்மோன்கள் ஆகியவற்றில் புரோட்டீன் உள்ளது. பால், முட்டை, இறைச்சி, பயறுவகைகள், கொட்டைகள் முதலியவற்றிலிருந்து புரதம் கிடைக்கிறது.

### கார்போஹைட்ரேட்டுகள்

இது கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் முதலியன அடங்கிய கூட்டுப்பொருள் ஆகும். கார்போஹைட்ரேட் மூன்று வகைப்படும்.

**1. மானோசாக்கரைடு**

இவை ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் எனப்படும். கார்போஹைட்ரேட்டுகளில் மிக எளிய அமைப்பைக் கொண்டவை இவைதாம். (உதாரணம்: குளூகோஸ்)

**2. டைசாக்கரைடு**

இவை இரட்டைச் சர்க்கரைகள் எனப்படும். இரண்டு ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் இணைவதால் இவை உண்டாகின்றன. (உதாரணம்: கரும்புச் சர்க்கரை.)

**3. பாலிசாக்கரைடு**

பல ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் சங்கிலித் தொடர் போல இணைவதால் இவை உண்டாகின்றன. (உதாரணம்: அரிசிமாவு)

மனிதர்கள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தி, கார்போஹைட்ரேட்டிலிருந்து கிடைக்கிறது.

**கொழுப்பு**

இது நீரில் கரையாத ஓர் உணவுப்பொருளாகும். இது கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் இவற்றாலான கூட்டுப்பொருள். இவையும் உடலிற்குத் தேவையான சக்தியைக் கொடுக்கின்றன.

**கொழுப்புமிகுந்துள்ள உணவுப் பொருள்கள்**

வெண்ணெய், தாவர எண்ணெய்கள், இறைச்சி, பால் இவற்றில் கொழுப்பு மிகுதியாக உள்ளது.

**வைட்டமின்கள்**

உடல்நலத்தைக் காப்பதில் உறுதுணையாக உள்ள ஒருவகை வேதிக் கூட்டுப்பொருளுக்கு வைட்டமின்கள்

என்று பெயர். இவை சிறிதளவே தேவைப் படுகின்றன. இவை உடலில் நடைபெறும் செயல்களை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. உணவில் வைட்டமினின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் பல பற்றாக் குறை நோய்கள் உண்டாகின்றன.

வைட்டமின்களில், கொழுப்பில் கரைவன, நீரில் கரைவன என இரு பெரும்பிரிவுகள் காணப்படு கின்றன. வைட்டமின்கள் A, D, E, K முதலியவை கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் ஆகும். வைட்ட மின் Bயும் Cயும் நீரில் கரையும் வைட்டமின்கள் ஆகும்.

### வைட்டமின் A

இந்த வைட்டமின் காரெட், ஈரல், முட்டை யின் மஞ்சள்கரு, வெண்ணெய் இவற்றில் மிகுதியாக உள்ளது.

### வைட்டமின் Aயின் வேலைகள்

மனிதனின் சாதாரண பார்வைக்கும் (Normal vision), எபிதீலியத் திசுக்கள், பற்கள், எலும்புகள் இவற்றின் வளர்ச்சிக்கும் உதவுகிறது. சுவாச உறுப்பு கள், உணவுக்குழல் இவற்றை பாதிக்கும் நோய்களுக்கு எதிர்ப்பு சக்தியைக் கொடுக்கிறது.

### பற்றாக்குறை நோய்

வைட்டமின் A பற்றாக்குறையால் மாலைக் கண் நோய் உண்டாகிறது. இந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்ட வர்களால் மங்கலான வெளிச்சத்திலோ, இருட்டிலோ சரியாகப் பார்க்க முடிவதில்லை. மேலும் விழிக் கோளங்கள் ஈரப்பசை இழந்து கரடுமுரடாகின்றன. இந்நோய் **சீரோப்தால்மியா** (Xerophthalmia) எனப் படுகிறது.

### வைட்டமின் D

இது மீன் எண்ணெய், முட்டை மஞ்சள்கரு இவற்றில் காணப்படுகிறது. இது சூரிய ஒளியில் மிகுதியாக உள்ளது.

### பற்றாக்குறை நோய்

இந்த வைட்டமின் போதுமான அளவு கிடைக்காவிட்டால் எலும்புகளின் சரியான வளர்ச்சி குன்றிவிடுகிறது. எலும்புகள் பலவீனமடைந்து வளையும் தன்மையைப் பெறுகின்றன. இதனால் குழந்தைகளுக்கு **ரிக்கெட்ஸ்** என்னும் நோய் உண்டாகிறது. இந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளின் மார்பும், வயிற்றுப்பகுதியும் முன்னால் துருத்திக்கொண்டிருக்கும். கால்கள் வளைந்து காணப்படும்.

### வைட்டமின் E

ஆப்பிள், திராட்சை, ஆரஞ்சு முதலிய பழங்களிலும், ரொட்டி, வெண்ணெயிலும், காரட், உருளைக் கிழங்கு, தக்காளி முதலிய காய்கறிகளிலும், கோழிக் குஞ்சு, முட்டைகள், மீன், ஈரல் முதலியவற்றிலும், சோயாபீன் எண்ணெய், பருத்திக்கொட்டை எண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய் முதலியவற்றிலும் இது காணப்படுகிறது.

### பற்றாக்குறை நோய்

இந்த வைட்டமின் பற்றாக்குறை மலட்டுத் தன்மையை உண்டாக்குவதாக கூறப்படுகிறது.

### வைட்டமின் K

முட்டைக்கோஸ், காரட், காலிபிளவர், பன்றி ஈரல், பால், நாய்க்குடைகள், பட்டாணி, உருளைக்

கிழங்கு, சோயாபீன்ஸ், தக்காளி, கோதுமை முதலிய வற்றில் இது காணப்படுகிறது.

### வைட்டமின் Kயின் பயன்

இரத்தம் உறைதலுக்கு இது மிகவும் முக்கிய மானது. இது போதுமான அளவு கிடைக்காதபோது இரத்தம் உறைதல் தடுக்கப்பட்டு இரத்தப்போக்கு உண்டாகிறது.

வைட்டமின் *B*யும் *C*யும் நீரில் கரையும் வைட்ட மின்களாகும்.

### வைட்டமின் B

இதில் பல வகைகள் உண்டு. இவை அனைத்தை யும் சேர்த்து வைட்டமின் *B* தொகுதி என்று கூறுவது உண்டு.

பன்றி இறைச்சி, ஆட்டு இறைச்சி, ஈஸ்ட்டு, முட்டைகள், பச்சைக் காய்கறிகள், கொட்டைகள், பயறுகள் முதலியவற்றில் இது மிகுதியாக உள்ளது. தீட்டிய அரிசியில் இது காணப்படுவதில்லை. இது நரம்பு மண்டலம் சரிவர இயங்குவதற்கு உதவுகிறது.

### பற்றாக்குறை நோய்கள்

இதன் குறைவு **பெரிபெரி** என்னும் நோயை உண் டாக்குகிறது. இந்தநோய் நரம்பு மண்டலக் கோளாறி னால் ஏற்படும் ஒருவித பக்கவாத நோயாகும்.

### வைட்டமின் $B_2$

இது ஈரல், பாலடைக்கட்டி, பால், முட்டைகள், ஆட்டிறைச்சி, சோயாபீன்ஸ், பச்சைக் காய்கறிகள்

முதலியவற்றில் மிகுதியாக உள்ளது. செல்களில் ஏற்படும் ஆக்சிகரணத்திற்கு இது இன்றியமையாதது.

### பற்றாக்குறை நோய்கள்

இதன் பற்றாக்குறையால் **பெல்லாகரா** (Pellagra) என்னும் நோய் உண்டாகிறது. இந்நோய் கண்டவர்களுக்கு நாக்கிலும், வாயின் ஓரங்களிலும் குழிப் புண் உண்டாகும்.

இவற்றைத் தவிர நயாசின், பைரிடாக்சின், பான் டோதெனிக் அமிலம், போலிக் அமிலம், வைட்டமின் $B_{12}$ ஆகியவையும் $B$ தொகுதியைச் சேர்ந்த வைட்டமின்களாகும். இந்த வைட்டமின்கள் ஈஸ்ட், முட்டை, மீன், கல்லீரல், பச்சைக் காய்கறிகள் இவற்றில் மிகுதியாகக்காணப்படுகின்றன. இந்த வைட்டமின்களின் பற்றாக்குறையால் தோல் வியாதிகளும், இரத்தச் சோகையும், பக்கவாதமும் உண்டாகும்.

### வைட்டமின் C (அஸ்கார்பிக் அமிலம்)

இது எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு, நெல்லிக்காய், தக்காளி போன்ற பழங்களில் காணப்படுகிறது.

இந்த வைட்டமின், இரத்தநாளங்களின் சுவர்களுக்கு வலுவளிக்கிறது. இது பற்களின் பாதுகாப்பிற்கு இன்றியமையாதது.

### பற்றாக்குறை நோய்கள்

இதன் பற்றாக் குறையால் **ஸ்கர்வி (Scurvy)** என்னும் நோய் உண்டாகிறது. இந்நோய் கண்டவர்களின் பற்கள் ஆட்டம் காணும், ஈறுகளிலிருந்து இரத்தம் வழியும்.

## தாதுப்புகள்

இவை உயிரிகளின் வேதியியல் மாற்றங்களுக்கு இன்றியமையாதவை. சோடியம், கால்சியம், பொட்டாசியம் ஆகியவற்றின் கூட்டுப் பொருள்களும் இரும்பு அயோடின் ஆகியவையும் முக்கியமான தாதுப்புகளாகும்.

### சோடியம்

இது இரத்தத்திற்கும் உடல் திசுக்களுக்கும் தேவையானதாகும். இதனை காய்கறிகளிலிருந்தும், உப்பிலிருந்தும் பெறலாம்.

### கால்சியம், பாஸ்பரஸ், மக்னீசியம்

இவை எலும்புகள், பற்கள் இவற்றின் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவை. இவற்றை பால், இறைச்சி, காய்கறிகள், பருப்பு வகைகள் முதலியவற்றிலிருந்து பெறலாம்.

### இரும்பு

இரத்த சிவப்பணுக்களை உருவாக்க இது இன்றியமையாதது. இறைச்சி, பச்சைக் காய்கறிகள், ஈரல் முதலியவற்றிலிருந்து இதனைப் பெறலாம்.

### அயோடின்

தைராக்சினைச் சுரக்க இது அவசியம். கடல் உணவுகளிலிருந்து இதனைப் பெறலாம்.

எல்லா தாதுப்புகளுமே தசைகள் சுருங்கி விரிவதற்கு உதவுகின்றன.

### நீர்

உயிருக்கு அடிப்படையான புரோட்டோ பிளாசத்தில் நீர் 90 சதவிகிதம் உள்ளது. உடலில் உள்ள எல்லா திரவங்களிலும் நீர் காணப்படுகிறது. நீர்

இல்லாவிடில் உடலில் வளர்சிதை மாற்ற மாறுபாடுகள் நடைபெறமாட்டா. எல்லா உணவுப் பொருள்களிலும் நீர் பல்வேறு அளவில் உள்ளது.

## ஊட்டக்குறைவு

வளர்ச்சிக்கும், போஷாக்கிற்கும், தேவையான எல்லா உணவுப் பொருள்களும், அவை கிடைக்க வேண்டிய அளவிற்கு உடலுக்குக் கிடைக்காமல் போகும் நிலையை ஊட்டக்குறைவு என்கிறோம். ஊட்டக்குறைவிற்கு பல காரணங்கள் உண்டு. ஏழ்மை நிலை, உணவுப் பொருள்களின் பற்றாக்குறை, அவசியமான பண்டங்களின் உயர் விலை ஆகியவை, ஊட்டக்குறைவிற்கான ஒருசில சமூக காரணங்கள் ஆகும். பலவகையான நோய்களின் காரணமாக செரித்தல், உட்கிரகித்தல், தன்மயமாதல் முதலிய வற்றிற்குக் குந்தகம் ஏற்படும்போதும் ஊட்டக்குறைவு உண்டாகிறது. மக்கள் போதுமான உணவு உட்கொள்ள லாம். ஆனால் அது பலதரப்பட்டதாக இல்லாதிருக்க லாம். ஊட்டக்குறைவினால் ஊட்டக்குறைவு நோய்கள் உண்டாகின்றன. வைட்டமின்கள் போது மான அளவில் கிடைக்காதபோது எவ்வாறு பல தீவிர நோய்கள் தோன்றுகின்றன என்று நாம் ஏற்கனவே பார்த்தோம். காசநோய் போன்ற வியாதிகள் சரிவிகித உணவு உட்கொள்ளாத மக்களிடையேதான் பெரிதும் பரவியுள்ளன.

## புரதப் பற்றாக்குறை

புரதப் பற்றாக்குறை இந்தியா உள்பட வளரும் நாடுகள் அனைத்தையும் பாதிக்கும் ஒரு பெரும் பிரச்சினையாகும். புதிய திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கவும், வளர்ச்சிக்கும், சேதமடைந்த திசுக்களைப் புதுப்பிக்கவும் புரதம் தேவைப்படுகிறது. வயதுவந்த மனிதனுக்கு

ஒரு நாளைக்கு சுமார் 70 கிராம் புரதம் தேவை என கணக்கிடப்படுகிறது. புரதப் பற்றாக்குறை இளம் குழந்தைகளைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. அவர்களுக்கு **க்வாசியார்க்கர் (Kwashiorkor)** என்னும் நோய் உண்டாகிறது. இந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளின் தோல் தடித்துவிடுகிறது. கல்லீரல் சேதமடைகிறது. இரத்த சோகை உண்டாகிறது. நம் நாட்டில் சிறு தானியங்களை முதன்மையான உணவாகக் கொண்டுள்ளவர்களிடம் இது பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

## சரிவிகித உணவு

உடல் ஆரோக்கியமாக இருக்க, நாம் உண்ணும் உணவில் பகுதிப் பொருள்கள், வைட்டமின்கள் போதுமான அளவில் இருக்கவேண்டும். சரிவிகித உணவில் புரதம், கொழுப்புப்பொருள், கார்போஹைட்ரேட் ஆகியவை எடையைப் பொறுத்து 1:3:6 என்ற விகிதத்தில் இருக்கவேண்டும் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அவற்றோடு பச்சைக் காய்கறிகள், பழங்கள், முட்டை, இறைச்சி, தானியங்கள், பால் பொருள்கள் ஆகியவையும் உணவில் சேர்த்துக்கொள்ளப்பட்டால் உடலிற்குத் தேவையான வைட்டமின்களும், தாதுப்புகளும் போதுமான அளவில் கிடைக்கும்.

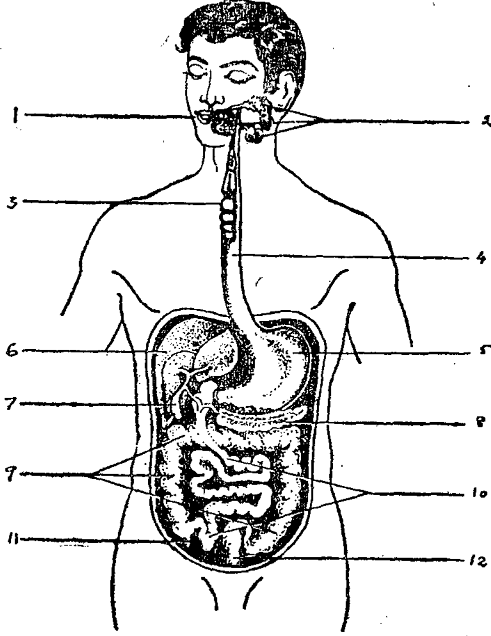
கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை சிறுவர், ஆண்கள், பெண்கள் முதலியோருக்கு, நாள் ஒன்றுக்குத் தேவைப்படும் உணவு-ஆற்றல், புரதம், வைட்டமின்கள், தாதுப்புகள் இவற்றின் அளவைக் குறிக்கிறது.

## அட்டவணை

| | வயது | சக்தி (கி.கலோரி) | புரோட்டீன் (கி) | வைட்டமின் (மி.கி) | | | | | தாதுக்கள் (மி.கி) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A | D | E | C | B | கால்சியம் | பாஸ்பரம் | அயோடின்(பி.இ.) | இரும்பு |
| சிறுவர்—சிறுமியர் | 1-10 | 1300-2400 | 23-36 | 2000-3300 | 400 | 7-10 | 40 | 12-22 | 800 | 800 | 60-110 | 10-15 |
| ஆண்கள் | 11-51 | 2400-3000 | 44-56 | 5000 | 400 | 12-15 | 45 | 23-25 | 800-1200 | 600-1200 | 110-140 | 10-18 |
| பெண்கள் | 11-51 | 1800-2400 | 44-48 | 4000 | 400 | 10-12 | 45 | 14-23 | 800-1200 | 800-1200 | 60-115 | 10-18 |

## மனிதனின் உணவுப்பாதை

மனிதனின் உணவுப்பாதை வாயில் துவங்கி மலவாயில் முடியும் 15 அடி நீளமுள்ள ஒரு நீண்ட குழாய் ஆகும். வாயில் மேலுதடு, கீழுதடு என்னும் இரு உதடுகள் உள்ளன. வாய்க்குழாயில் மேல்தாடையும், கீழ்த்




படம் 30-1.
மனிதனின் உணவு மண்டலம்

1. வாய் 2. உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள் 3. தொண்டை
4. உணவுக் குழாய் 5. இரைப்பை 6. கல்லீரல்
7. பித்த நீர்ச் சுரப்பி 8. கணையம் 9. பெருங்குடல்
10. சிறு குடல் 11. குடல் வால் 12. மலவாய்

தாடையும் உள்ளன. ஒரு தாடைக்கு 16 பற்கள்வீதம் 32 பற்கள் உள்ளன. அவற்றின் அமைப்பிற்கும் செயலிற்கும் ஏற்ப அவற்றை வெட்டுப்பல், கோரைப்பல், முன்

கடைவாய்ப் பல், கடைவாய்ப் பல் என நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். கீழ்த்தாடையின் அடித்தளத்தில் தசையாலான நாக்கு உள்ளது. உணவுப்பாதையில் வாய்க்குழிக்கு அடுத்து தொண்டை காணப்படுகிறது. தொண்டைக்கு அடுத்து, உணவுக்குழாய் அமைந்துள்ளது. உணவுக்குழாய், உதரவிதானம் என்னும் மெல்லிய பிரிசுவற்றைத் துளைத்துக்கொண்டு இரைப்பையுடன் இணைகிறது. இரைப்பையிலிருந்து சிறுகுடல் தொடங்குகிறது. இது முன் சிறுகுடல், ஜெஜூனம், வளைகுடல் என மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. வளைகுடல் பெருங்குடலுடன் இணைந்துள்ளது. பெருங்குடலில் கோலன், சீகம், ரெக்டம் என மூன்று பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. பெருங்குடலில் ஏறு குடல், குறுக்குக் குடல், இறங்கு குடல் என மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன. இறங்கு குடல் மலக்குடலாகத் தொடர்ந்து மலவாயில் திறக்கின்றது.

உணவுப்பாதையுடன், பல சீரணச் சுரப்பிகள் இணைந்துள்ளன. அவை உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள், இரைப்பைச் சுரப்பிகள், கல்லீரல், கணையம், பித்தநீர்ச் சுரப்பிகள் ஆகியவையாம். இவையாவும் செரிப்புநீர்ச் சுரப்பிகள் ஆகும்.

## உணவு செரித்தலும் தன்மயமாக்கப்படுதலும்

### உணவு செரித்தல்

வாயிலிடப்பட்ட உணவு வாய்க்குழியில் பற்களால் நன்கு அரைக்கப்படுகிறது. வாய்க்குழியில் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் உமிழ்நீரைச் சுரக்கின்றன. உமிழ் நீரிலுள்ள டயலின் என்னும் என்சைம் ஸ்டார்ச்சுப் பொருளை மால்டோசாக மாற்றுகிறது.

இதற்கடுத்து உணவு, உணவுக்குழல் வழியாகச் செல்கிறது. அதன்பின் இரைப்பையை அடைகிறது.இங்கு

உணவானது சுமார் நான்கு மணிநேரம் தங்குகிறது. அப்போது பல வேதிக்கிரியைகள் நடைபெறுகின்றன. இரைப்பையில் இரைப்பைச் சுரப்பிகள் உள்ளன. இரைப் பைச் சுரப்பிகள் இரைப்பை நீரைச் சுரக்கின்றன. இதில் பெப்சின், ரெனின் என்னும் என்சைம்களும் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமும் உள்ளன. பெப்சின், புரதத்தை பெப்டோனாக மாற்றுகிறது. ரெனின் பாலில் உள்ள புரதத்தைச் செரிக்கச் செய்கிறது. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் இந்த என்சைம்கள் செயல்படுவதற்கான அமிலத் தன்மையைக் கொடுக்கிறது. இரைப்பையில் அரைக்கப் படும் உணவு, பாகுபோல் மாறுகிறது. இதனை **இரைப் பைப் பாகு** என்பர். இந்நிலையில் உணவு முன் சிறு குடலுக்கு தள்ளப்படுகிறது. இங்கு உணவு கூழ்போல் இருத்தலால் இதற்குக் **குடற்பாகு** என்று பெயர். முன் சிறுகுடலில் கல்லீரலால் சுரக்கப்படும் பித்தநீரும், கணையத்தால் சுரக்கப்படும் கணைய நீரும் வந்து கலக் கின்றன. பித்தநீரில் என்சைம் எதுவும் இல்லை. பித்த நீர் இரைப்பைப் பாகின் அமிலத் தன்மையை மாற்றுவ துடன், கொழுப்புப் பொருள்களைக் கரையும் பொருளாக மாற்றுகிறது.

கணைய நீரில் டிரிப்சினோஜென், அமிலேஸ், கணைய லிபேஸ் ஆகிய மூன்று என்சைம்கள் உள்ளன. சிறுகுடல் திரவத்திலுள்ள என்டரோகைனேஸ் என்னும் என்சைம் டிரிப்சினோஜெனை, டிரிப்சினாக மாற்று கிறது. டிரிப்சின், பெப்டோன்களைப் பெப்டைடுகளாக மாற்றுகிறது. சிறுகுடல் நீர் சுரப்பிகள் எரெப்சின், மால் டேஸ், சுக்ரேஸ், லாக்டேஸ், லிபேஸ் ஆகிய நொதி களைச் சுரக்கின்றன. எரெப்சின் புரதப் பொருள்களை அமினோ அமிலங்களாக மாற்றுகிறது. லிபேஸ் கொழுப்புப் பொருள்களைக் கிளசராலாகவும் கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் மாற்றுகிறது. அமிலேஸ், கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளை சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது. மால்

டேஸ், சுக்ரேஸ், லாக்டேஸ் ஆகிய நொதிகள் சர்க்கரைப் பொருள்களை குளுகோசாக மாற்றுகின்றன. இவ்வாறு சிறுகுடலில் உணவு முழுமையாக செரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு செரிக்கப்படுவதால் தோன்றும் பொருள்கள் எளிதாக உட்கிரகிக்கப் படக்கூடியவையாக உள்ளன. குடலின் உட்சுவற்றில் நுண்ணிய மயிரிழை போன்ற குடல் உறிஞ்சிகள் காணப்படுகின்றன. குடல் உறிஞ்சிகளின் நடுவே குடற்பால் நாளங்கள் உள்ளன. அவற்றைச் சூழ்ந்து இணைப்புத் திசு அடுக்கு உள்ளது. இதில் இரத்தத் தந்துகிகள் காணப்படுகின்றன. இந்த அடுக்கைச் சூழ்ந்து எபிதீலிய அடுக்கு உள்ளது. அமினோ அமிலமும் குளுகோசும் குடல் உறிஞ்சிகளின் சிலேட்டும படலத்தின் வழியே இரத்தத் தந்துகிகளை அடைகின்றன. அவை இரத்தத்தின் மூலம் உடலின் மற்ற பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

இரத்தத்தில் மிகுதியாக உள்ள குளுகோஸ் கிளைகோஜினாக மாற்றப்பட்டு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. செரித்த கொழுப்புப் பொருள்கள், சிலேட்டுமப் படலத்தின் வழியே குடற்பால் நாளங்களுக்குள் கிரகிக்கப்படுகின்றது. அங்கிருந்து அவை நிணநீர் நாளங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு இறுதியில் இரத்தத்துடன் கலக்கின்றன. இவ்வாறு உணவு இரத்தத்துடன் கலப்பதைத் **தன்மயமாதல்** என்கிறோம்.

## வினாக்கள்

**அ. சுருக்கமாக விடையளி**

1. உணவின் பகுதிப் பொருள்கள் யாவை?
2. புரதத்தின் பற்றாக்குறை நோய் யாது?
3. கொழுப்பு உள்ள பொருள்கள் சிலவற்றைக் கூறுக.

4. கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வகைகள் யாவை?

5. கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் யாவை?

6. நீரில் கரையும் வைட்டமின்கள் யாவை?

7. பெல்லாகரா என்னும் நோய் எதனால் ஏற்படுகிறது?

8. பெரிபெரி என்னும் நோய் எதனால் ஏற்படுகிறது?

9. வைட்டமின் C குறைவால் ஏற்படும் நோய் எது?

10. ரிக்கெட்ஸ் உண்டாகக் காரணம் யாது?

11. தாதுப்புகள் சிலவற்றைக் குறிப்பிடு.

12. ஊட்டக் குறைவு என்றால் என்ன?

13. சரிவிகித உணவு என்றால் என்ன?

14. உணவு தன்மயமாதல் என்றால் என்ன?

ஆ. **விரிவாக விடையளி**

1. உணவின் பகுதிப் பொருள்களையும் அவற்றின் இன்றியமையாமையையும் விளக்குக.

2. புரதத்தின் முக்கியத்துவம் யாது?

3. கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வகைகளை விளக்குக.

4. கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் உள்ள உணவு, அவற்றின் வேலைகள், பற்றாக்குறை நோய்கள் ஆகியவற்றை விவரி.

5. நீரில் கரையும் வைட்டமின்கள் உள்ள உணவு, அவற்றின் வேலைகள், பற்றாக்குறை நோய்கள் ஆகியவற்றை விவரி.

6. தாதுப்புகளின் இன்றியமையாமையை விளக்குக.

7. ஊட்டக் குறைவினை உதாரணத்துடன் விளக்குக.

8. சரிவிகித உணவின் இன்றியமையாமையை, அட்டவணையுடன் விளக்குக.

9. மனிதனின் உணவுப் பாதையின் அமைப்பை விளக்குக.

10 உணவு செரித்தலையும், தன்மயமாக்கப் படுதலையும் விளக்குக.

# (ஏ) இரத்த ஓட்ட மண்டலம்

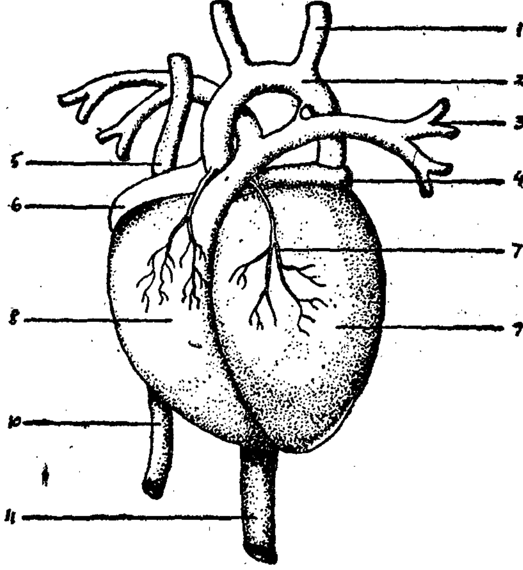
## 31. இரத்த ஓட்ட மண்டலம்

### மனிதனின் இருதயம்

**புறத்தோற்றம்**

இருதயம் இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தின் மிக இன்றியமையாத உறுப்பு ஆகும். இது கூம்பு வடிவ மானது. இது இருதயத் தசையால் (Cardiac Muscles) ஆனது. இதைச்சுற்றி மெல்லிய **பெரிகார்டியம்** என்னும் உறை உள்ளது. இருதயத்திற்கும் பெரிகார்டியத்திற் கும் இடையேயுள்ள பகுதி பெரிகார்டியல் நீர்மத் தால் (Pericardial Fluid) நிரப்பப் பட்டுள்ளது. இந்த

நீர்மம், இருதயத் துடிப்பின்போது ஏற்படும் உராய்வைக் குறைக்கிறது.




படம் 31-1.

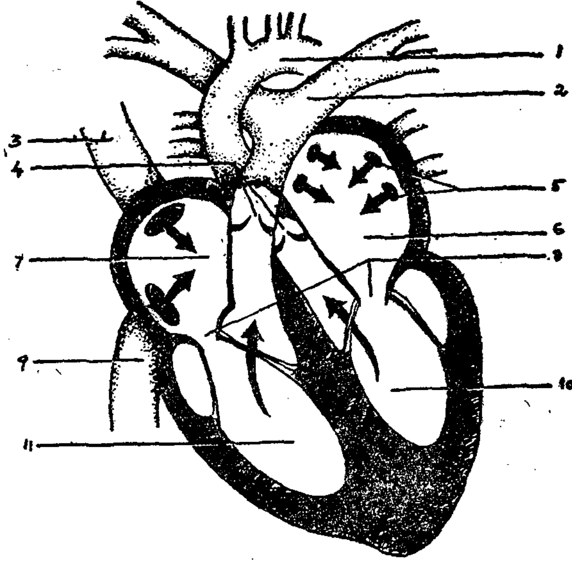
இருதயத்தின் புறத்தோற்றம்

1. கரோட்டிட் தமனி 2. மகாதமனி
3. நுரையீரல் தமனிகள் 4. இடது ஆரிக்கிள்
5. மேற்பெருஞ்சிரை 6. வலது ஆரிக்கிள் 7. இருதயத்தமனி
8. வலது வென்ட்ரிக்கிள் 9. இடது வெட்ன்ரிக்கிள்
10. கீழ்ப்பெருஞ்சிரை 11. முதுகுப் பெருந்தமனி

## உள்ளமைப்பு

இருதயம் நான்கு அறைகளால் ஆனது. மேலுள்ள இரண்டு அறைகளுக்கு ஆரிக்கிள்கள் என்று பெயர். கீழுள்ள இரண்டு அறைகளுக்கு வென்ட்ரிக்கிள்கள் என்று பெயர். வென்ட்ரிக்கிள்களின் சுவர்களைவிட ஆரிக்கிள்களின் சுவர் மெல்லியவை. இருதயத்தை நீளவாட்டில்,

இடது வலது பிரிவுகளாகப் பிரிக்கும் சுவருக்குப் பிரி சுவர் என்று பெயர். இவ்வாறு இருதயத்தில் நான்கு அறைகள் உள்ளன. அவையாவன: இடது ஆரிக்கிள், இடது வென்ட்ரிக்கிள், வலது ஆரிக்கிள், வலது வென்ட்




படம் 31-2.
இருதயத்தின் உள்ளமைப்பு

1. மகாதமனி 2. நுரையீரல் தமனி 3. மேற்பெருஞ்சிரை
4. பிறை வடிவ வால்வுகள் 5. நுரையீரல் சிரைகள்
6. இடது ஆரிக்கிள் 7. வலது ஆரிக்கிள்
8. இதழ் வால்வுகள் 9. கீழ்ப்பெருஞ்சிரை
10. இடது வென்ட்ரிக்கிள் 11. வலது வென்ட்ரிக்கிள்

ரிக்கிள், இடது ஆரிக்கிளுக்கும் இடது வென்ட்ரிக்கிளுக்குமிடையே ஒரு திறப்பு உள்ளது. இதில் ஒரு வால்வு காணப்படுகிறது. இதற்கு **ஈரிதழ் வால்வு** என்று பெயர். இது ஈரிதழ்களால் ஆனது. இவ் வால்வு இரத்தத்தை ஆரிக்கிளிலிருந்து வென்ட்ரிக்கிளுக்குள் செல்ல அனுமதிக்கிறது. ஆனால் வென்ட்ரிக்

கின் சுருங்கும்போது இரத்தம் மீண்டும் ஆரிக்கிளுக்குள் செல்வதைத் தடைசெய்கிறது.

இதேபோன்று வலது ஆரிக்கிளுக்கும் வலது வென்ட்ரிக்கிளுக்கும் இடையேயுள்ள திறப்பில் **மூவிதழ் வால்வு** அமைந்துள்ளது. இதுவும் ஈரிதழ் வால்வு போன்றே செயல்படுகிறது. இது வலது ஆரிக்கிளிலிருந்து வலது வென்ட்ரிக்கிளுக்குள் மட்டும் ஒரு திசையில் இரத்த ஓட்டத்தை அனுமதிக்கிறது.

## தமனிகளும் சிரைகளும்

### தமனிகள்

இருதயத்திலிருந்து இரத்தத்தை உடலின் மற்ற பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லும் இரத்த நாளங்களுக்குத் **தமனிகள்** என்று பெயர். இந்த நாளங்கள் தடித்த சுவர் கொண்டவை. இவற்றில் வால்வுகள் இல்லை. உடலில் உள்ள மிகப் பெரிய தமனி **மகாதமனி** என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது இடது வென்ட்ரிக்கிளி லிருந்து இரத்தத்தை உடலின் பிற பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. நுரையீரல் தமனி வலது வென்ட்ரிக்கிளி லிருந்து அசுத்த இரத்தத்தை நுரையீரலுக்குக் கொண்டு செல்கிறது.

### சிரைகள்

இவை இரத்தத்தை உடலின் மற்ற பகுதிகளி லிருந்து இருதயத்திற்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. இவற்றின் சுவர் மெல்லியதாக உள்ளது. இவற்றில் ஆங்காங்கே வால்வுகள் உண்டு. இவை இரத்தம் பின் நோக்கிச் செல்வதைத் தடை செய்கின்றன. **மேற் பெருஞ்சிரை** உடலின் மேல் பக்கத்திலிருந்தும், **கீழ்ப் பெருஞ்சிரை** உடலின் கீழ்ப்பக்கத்திலிருந்தும் அசுத்த இரத்தத்தை வலது ஆரிக்கிளுக்குக் கொண்டுவரு

கின்றன. நுரையீரல் சிரை சுத்த இரத்தத்தை நுரையீரலில் இருந்து இடது ஆரிக்கிளுக்குக் கொண்டு வருகிறது.

## இருதயம் வேலை செய்யும் விதம்

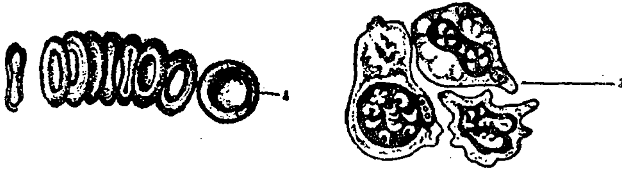
கீழ்ப்பெருஞ்சிரை, மேற்பெருஞ்சிரை இவ்விரண்டின் மூலமும் அசுத்த இரத்தம் வலது ஆரிக்கிளை வந்தடைகிறது. வலது ஆரிக்கிள் சுருங்கும்போது இரத்தம் வலது வென்ட்ரிக்கிளுக்குள் செல்கிறது. வலது வென்ட்ரிக்கிள் சுருங்கும்போது அசுத்த இரத்தம் நுரையீரல் தமனிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. நுரையீரல் தமனியின் தொடக்கத்திலுள்ள வால்வு, இரத்தம் மீண்டும் வென்ட்ரிக்கிளுக்குள் செல்லாமல் தடை செய்கிறது. நுரையீரல் தமனியிலிருந்து அசுத்த இரத்தம் நுரையீரலுக்குள் செல்கிறது. நுரையீரலில் உள்ள தந்துகிகள் என்னும் மெல்லிய இரத்தக் குழாய்களின் வழியாக இரத்தம் செல்லும்போது நுரையீரலிலிருந்து ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்தை அடைகிறது. இரத்தத்திலிருந்து கார்பன் டைஆக்சைடு நுரையீரலை அடைகிறது. இவ்வாறு சுத்தமடைந்த இரத்தம், நுரையீரல் சிரை வழியாக இடது ஆரிக்கிளை அடைகிறது. இடது ஆரிக்கிள் சுருங்கும்போது இரத்தம் இடது வென்ட்ரிக்கிளுக்குள் செல்கிறது. இடது வென்ட்ரிக்கிள் சுருங்கி இரத்தம் மகாதமனி வழியாக உடலின் மற்ற பாகங்களுக்குச் செல்கிறது. மகாதமனியின் தொடக்கத்திலும் பிறை வடிவ வால்வு உள்ளது.

உடலின் திசுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜனையும், உணவையும் இரத்தம் அளிப்பதுடன் கார்பன் டை ஆக்சைடு போன்ற கழிவுப் பொருள்களை திசுக்களிலிருந்து பெற்றுக் கொள்கிறது. இவ்வாறு அசுத்தமடைந்த இரத்தம் மீண்டும் சிரைகளின்மூலம் வலது ஆரிக்கிளை அடைகிறது. இரண்டு ஆரிக்கிள்களும்,

இரண்டு வென்ட்ரிக்கிள்களும் ஒரே சமயத்தில் சுருங்கி விரிவதால் இரத்த ஓட்டம் சீராக நடைபெறுகிறது.

## இரத்தத்தின் பகுதிப் பொருள்கள்

இரத்தம் திரவ வடிவிலுள்ள திசுவாகும். இதில் **பிளாஸ்மா** எனும் தளப்பொருளும், கார்பஸ்ஸில்ஸ் எனும் இரத்த செல்களும் உள்ளன. இதில் தண்ணீர் (90%), சில புரதங்கள், கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம் ஆகியவற்றின் கூட்டுப் பொருள்கள், என்சைம்கள், ஹார்மோன்கள் ஆகியவை உள்ளன.




படம் 31-3.

இரத்தத்தின் பகுதிப் பொருள்கள்

1. இரத்த சிவப்பு அணுக்கள் 2. இரத்த வெள்ளை அணுக்கள்

பிளாஸ்மாவில் மிதக்கும் இரத்த அணுக்கள் மூன்று வகைப்படும். அவை சிவப்பு அணுக்கள், வெள்ளை அணுக்கள், த்ராம்போஸைட் எனும் இரத்த அணுக்கள் ஆகியவை ஆகும்.

### சிவப்பணுக்கள்

இவை தட்டையாகவும், வட்டமாகவும் உள்ளன. இதன் இரு புறங்களும் குழிந்துள்ளது. இவற்றின் சிவப்பு நிறத்திற்குக் காரணம் **ஹீமோகுளோபின்** என்னும் நிறம் ஆகும். இது மிகவும் இன்றியமையாதது ஆகும். ஹீமோகுளோபின் நுரையீரலிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைபெற்று மற்ற திசுக்களுக்கு அளிக்கிறது.

**வெள்ளை அணுக்கள்**

சிவப்பணுக்களைவிட இவை அளவில் பெரியன வாக உள்ளன. ஆனால் அவற்றின் எண்ணிக்கை இரத்த சிவப்பணுக்களைவிட குறைவாக உள்ளது. வெள்ளை அணுக்களில் பலவகையுண்டு. அவற்றில் **லிம்போஸைட்டுகள்** என்பவை எதிர்நச்சுக்களை உண்டாக்குவதாகக் கூறப்படுகிறது. மானோஸைட்டு கள் உடலில் உட்புகும் கிருமிகளைச் சூழ்ந்து கொண்டு அவற்றை அழிக்கின்றன. இவற்றை **பாகோசைட்டுகள்** என்று கூறுவது உண்டு. நியூட்ரோபில்கள் உடலின் நோய் எதிர்ப்புச் செயலில் பங்கு கொள்கின்றன. இரத் தத்தில் ஈஸனோபில்கள் எனும் வெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கை உயரும்போது, ஈஸனோபிலியா எனும் நோய் உண்டாகிறது. இவற்றைத் தவிர பேஸோ பைல்கள் எனும் வெள்ளை அணுக்களும் உண்டு.

**த்ராம்போசைட்டுகள்**

இவை இரத்தத் தட்டுகள் எனப்படும். இவை மிகச் சிறியனவாகும். இவை தட்டுவடிவமாகவோ, ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைக் கொண்டோ இருக்கலாம். இவை இரத்தம் உறைதலுக்கு உதவுகின்றன. மனிதர் களது இரத்தத்தில் கன மில்லி மீட்டருக்கு சுமார் 5,000,000 சிவப்பணுக்களும், 8,000 வெள்ளை அணுக்களும் 2,00,000 - 4,00,000 இரத்தத் தட்டு களும் உள்ளன.

## இரத்தத்தின் வேலைகள்

1. இரத்தத்தால் குடலிலுள்ள செரித்த உணவுப் பொருள்கள் உடலின் எல்லா பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.
2. இரத்த சிவப்பணுக்களில் உள்ள ஹீமோ குளோபின், ஆக்ஸிஜனைக் கடத்த உதவு கிறது.

3. திசுக்களில் தோன்றும் கார்பன்டைஆக்சைடு போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் இரத்தத்தால் அகற்றப்பட்டு, கழிவு மண்டல உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

4. ஹார்மோன்கள் உடலின் பல பாகங்களுக்கும் இரத்தத்தால் கடத்தப்படுகின்றன.

5. இரத்த வெள்ளை அணுக்கள், நோய்க்கிருமி களிலிருந்து உடலைப் பாதுகாக்கின்றன.

6. இரத்தத் தட்டுகள், இரத்தம் உறைதலுக்கு உதவுகின்றன.

7. இரத்த ஓட்டத்தினால் உடல் வெப்பநிலை ஒரே சீராகப் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

## இரத்தம் உறைதல்

இரத்த நாளங்களுக்குச் சேதம் ஏற்படும்போது இரத்தப்போக்கு ஏற்பட்டு, இரத்த இழப்பு ஏற்படலாம். இரத்தம் உறைதலின் மூலம் இது தவிர்க்கப்படுகிறது. இரத்தம் உறைவதற்குப் பல காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன. இரத்தத் தட்டுகள் **திராம்போப்ளாஸ்டின்** எனும் பொருளை வெளியிடுகின்றன. இது, **புரோதிராம்பின்** எனும் பொருளை, **திராம்பின்** எனும் பொருளாக மாற்றுகிறது. இந்த மாற்றத்திற்கு கால்சியம் அயனி தேவைப்படுகிறது. திராம்பின், பிளாஸ்மாவிலுள்ள **பைபிரினோஜென்** எனும் கரையக் கூடிய புரதத்தை **பைப்ரின்** எனும் கரையாத நார்ப் புரதமாக மாற்றுகிறது. உறைந்த இரத்தத்தில் பைப்ரின் இழைகள் இரத்த செல்களைச் சுற்றி வலைபோல் பின்னிக் கொண்டுள்ளன. இதன்மூலம் - இரத்தப் போக்கு தடுக்கப்படுகிறது.

## இரத்தப் பிரிவுகளும் இரத்த ஏற்றமும்

விபத்துகளினாலோ, நோய்களினாலோ, பேறு காலத்திலோ மனித உடலிலிருந்து பெரும் அளவில் இரத்தம் வெளியேறும்போது மரணம் நேரிடுகிறது. இதைத் தவிர்க்க, ஆரோக்கியமான ஒரு மனிதனின் உடலிலிருந்து இரத்தத்தை எடுத்து பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்குக் கொடுக்கிறார்கள். இதற்கு **இரத்த ஏற்றம்** என்று பெயர். இரத்த தானம் செய்பவருக்கு **குருதிக் கொடையாளர்** என்றும் இரத்தத்தைப் பெறுபவருக்கு **இரத்தப் பெறுநர்** என்றும் பெயர். இரத்தம் ஏற்றுதலில், இருவருடைய இரத்தமும் இயைந்ததாக இருக்க வேண்டும். இல்லையெனில் கொடையாளரின் இரத்தத்திலுள்ள சிவப்பணுக்கள் ஒன்றாக இணைந்து **குருதி அணுத்திரள்** ஏற்படும். இது மரணத்தை விளைவிக்கும். மனிதர்களின் இரத்தத்தில் நான்கு பிரிவுகள் உள்ளன என்று இப்போது தெரியவந்துள்ளது. இரத்த ஏற்றம் செய்யுமுன் கொடையாளர், பெறுநர் இருவருடைய இரத்தமும் எந்தப் பிரிவைச் சேர்ந்தது என்று தெரிந்துகொள்வது இன்றியமையாததாகும்.

மனித இரத்தத்தில் *A*, *B*, *AB*, *O* என நான்கு பிரிவுகள் உள்ளன. *A* பிரிவைச் சேர்ந்தவர்களின் சிவப்பு அணுக்களில் ஆன்டிஜென் *A* எனும் ஒரு பொருள் உள்ளது. அவர்களது பிளாஸ்மாவில் எதிர் உயிரி *b* எனும் பொருள் உள்ளது. *B* பிரிவைச் சேர்ந்தவர்களின் சிவப்பணுக்களில், ஆன்டிஜென் *B* யும் பிளாஸ்மாவில் எதிர் உயிரி *a* யும் உள்ளன. *AB* பிரிவைச் சார்ந்தவர்களின் சிவப்பு அணுக்களில், ஆன்டிஜென் *A* ஆன்டிஜென் *B* இரண்டும் உள்ளன. அவர்களது பிளாஸ்மாவில் எதிர் உயிரிகள் இரண்டும் இல்லை. *O* பிரிவைச் சேர்ந்த சிவப்பணுக்களில் இரண்டு ஆன்டிஜென்களும் இல்லை. பிளாஸ்மாவில் இரண்டு

எதிர் உயிரிகளும் உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆன்டிஜென் அதற்கு இயைந்த எதிர் உயிரியோடு கலக்கும் போது **குருதி அணுத்திரள்** ஏற்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, *A* பிரிவினரின் சிவப்பணுக்களில் ஆன்டிஜென் *A* உள்ளது. *B* பிரிவினரின் பிளாஸ்மாவில் எதிர் உயிரி *a* உள்ளது. *A* பிரிவினரின் இரத்தம் *B* பிரிவினருக்குக் கொடுக்கப்பட்டால் ஆன்டிஜென் *A* யும் எதிர் உயிரி *a* யும் சேர்ந்து **குருதி அணுத்திரள்** ஏற்படும். அவ்வாறே ஆன்டிஜென் *B* யும் எதிர் உயிரி *b* யும் சேரும்போது **குருதி அணுத்திரள்** ஏற்படும், *O* பிரிவினரின் இரத்தத்தில் இரண்டு ஆன்டிஜென்களும் இல்லை. ஆதலால் அவர்களது இரத்தம் வேறு எந்தப் பிரிவினர்களைச் சேர்ந்தவர்களின் இரத்தத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே *O* பிரிவினரை **முழுநிறைக் கொடையாளர்** என்பர். ஆனால் *O* பிரிவினரின் இரத்தத்தில் இரண்டு எதிர் உயிரிகளும் இருப்பதால் அவர்கள் *O* பிரிவைச் சேர்ந்த மற்ற ஒருவரிடம் இருந்துதான் இரத்தத்தைப் பெறமுடியும். *AB* பிரிவினரின் இரத்தத்தில் எந்த எதிர் உயிரியும் இல்லாதிருப்பதால் அவர்கள் எந்தப் பிரிவினரிடமிருந்தும் இரத்தத்தைப் பெறலாம். எனவே அவர்கள் **முழுநிறைப் பெறுநர்** எனப்படுவர். ஒரு பிரிவினருக்கு அதே பிரிவைச் சேர்ந்தவர்களின் இரத்தத்தை ஏற்றுவதுதான் மிகவும் பாதுகாப்பான முறையாகும்.

## இரத்த அழுத்தம்

இரத்தக் குழாய்களுள் இரத்தம் செலுத்தப்படும் போது, அக்குழாய்களின் உட்சுவரைத் தாக்கும் விசை **இரத்த அழுத்தமாகும்.** வென்ட்ரிக்கிள்கள் சுருங்கும் போது இரத்தக்குழாய்களுள் இவ்வழுத்தம் அதிகமாகிறது. இதற்கு **சிஸ்டோலிக் அழுத்தம்** என்று பெயர்.

வென்ட்ரிக்கிள் விரிவடையும்போது இரத்த அழுத்தம் குறைகிறது. வென்ட்ரிக்கிள் விரிவடையும் போது ஏற்படும் குறைந்த அழுத்தத்திற்கு **டயாஸ்டோலிக் அழுத்தம்** என்று பெயர். ஓர் இளைஞனுக்கு சிஸ்டோலிக் அழுத்தம் 120 மி.மீ. பாதரச அளவும், டயாஸ்டோலிக் அழுத்தம் 80 மி.மீ. பாதரச அளவும் இருக்கும். வயது அதிகரிக்கும்போது இரத்த அழுத்தம் உயருகிறது. இரத்த அழுத்தத்தை அளக்கப் பயன்படும் கருவி, **ஸ்பிக்மோ மானோமீட்டர்** ஆகும். இரத்த அழுத்தம் குறைந்த அழுத்தம், கூடுதல் அழுத்தம் என இருவகைப் படும். இரத்த அழுத்தம் சாதாரண அளவிற்கு மிகுதியாக இருந்தால் அது **கூடுதல் இரத்த அழுத்தம்** எனப் படுகிறது. இதன் விளைவாக, இருதயம் பெரிதாதல், தலைசுற்றல், தந்துகிகள் வெடித்தல், மூளை அதிர்ச்சி, இருதயம் செயலற்றுப்போதல் ஆகியவை உண்டாகும். சாதாரண அழுத்தத்திற்குக் குறைவாக இருக்கும் நிலை, **குறை இரத்த அழுத்தம்** எனப்படும். இதன் விளைவாக உடல் நலிவு, தளர்ச்சி, தலைசுற்றல் முதலியன உண்டாகும்.

## நாடித்துடிப்பு

### நாடித்துடிப்பு

இடது வென்ட்ரிக்கிள் சுருங்கும்போது மகாதமனியின் ஆரம்பத்திலிருந்து தொடங்கி தமனி மண்டலம் முழுவதிலும் ஓர் அலைத்துடிப்பு உண்டாகிறது. இரத்தம் மகாதமனிக்குள் விட்டு விட்டு செலுத்தப்படுவதாலும், தமனிச் சுவர்கள் நெகிழ்வுடையனவாக இருப்பதாலும் இந்தத் துடிப்பு தோன்றுகிறது. இதை **நாடித்துடிப்பு** என்கிறோம். தமனிகள் தோலுக்கருகே உள்ள இடங்களில் இத்துடிப்பைத் தொட்டு

உணரலாம். பொதுவாக மணிக்கட்டில் கட்டை விரலுக்குக் கீழே நாடி பார்க்கப்படுகிறது. நாடி பார்க்கும்போது ஒரு நிமிடத்திற்கு எத்தனைத் துடிப்புகள் தோன்றுகின்றன? அது ஒழுங்காக உள்ளதா? அல்லது ஒழுங்கற்று உள்ளதா? அது வலுவுள்ளதாக இருக்கிறதா? அல்லது வலுவற்று இருக்கிறதா? என்ற விவரங்களை முக்கியமாக கவனிக்கவேண்டும். பொதுவாக நாடித்துடிப்பு குழந்தைகளுக்கு 100 முதல் 130 வரையிலும் இளம் வயதினருக்கு 80 ஆகவும் நடுத்தர வயதினருக்கு 72 ஆகவும் உள்ளது.

## வினாக்கள்

### அ. சுருக்கமாக விடையளி

1. ஈரிதழ் வால்வு எனப்படுவது யாது?
2. மூவிதழ் வால்வு எங்கு உள்ளது?
3. தமனிகள் எனப்படுவன எவை?
4. சிரைகள் எனப்படுவன எவை?
5. இரத்தத்தின் பகுதிப் பொருள்கள் யாவை?
6. இரத்தத்தின் சிவப்பு நிறத்திற்குக் காரணம் எது?
7. இரத்தம் உறைதல் என்றால் என்ன?
8. இரத்த அழுத்தம் என்றால் என்ன?
9. சிஸ்டோலிக் அழுத்தம் என்றால் என்ன?
10. டயாஸ்டோலிக் அழுத்தம் என்றால் என்ன?
11. இரத்த அழுத்தத்தின் இருவகைகள் யாவை?

12. இரத்தப் பிரிவுகள் யாவை?

13. குருதிக் கொடையாளர், குருதிப் பெறுநர் எனப்படுபவர் யாவர்?

14. குருதி அணுத்திரள் என்றால் என்ன?

15. முழுநிறைக் கொடையாளர் யார்?

16. நாடித்துடிப்பு என்றால் என்ன?

ஆ. விரிவாக விடையளி

1. இருதயத்தின் புறத்தோற்றத்தை விவரி.

2. இருதயத்தின் உள்ளமைப்பை விவரி.

3. இருதயம் வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்குக.

4. தமனிகளும், சிரைகளும் பற்றிக் குறிப்பு வரைக.

5. இரத்தத்தின் பகுதிப்பொருள்களை விளக்குக.

6. இரத்தத்தின் வேலைகள் யாவை?

7. இரத்தம் உறைதலை விளக்குக.

8. இரத்த அழுத்தத்தை விளக்குக.

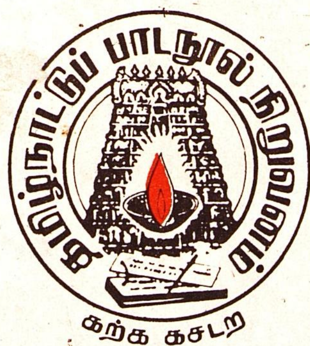
9. இரத்தப் பிரிவுகள் யாவை? அவற்றை விளக்குக.

10. இரத்த ஏற்றம் என்றால் என்ன? விளக்குக.

11. நாடித்துடிப்பை விவரி.

**சமுதாயத்திலே புதிய துறைகள், அதன் அமைப்பிலே புதியதொரு மாற்றம் தேவை – அந்தப் புதிய உருவத்தை உருவாக்கும் உயரிய பணிதான் மறுமலர்ச்சி.**

**— அறிஞர் அண்ணா**




Wrapper Printed by
NEWMAN PRESS.
MADRAS-600 014